



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ANALÝZA VLIVU POUŽÍVÁNÍ TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ ŘIDIČEM NA REAKČNÍ DOBU

THE IMPACT ANALYSIS OF THE TECHNICAL DEVICES USED BY THE DRIVER ON THE
REACTION TIME

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Ondřej Kubánek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Vladimír Panáček, Ph.D.

BRNO 2016

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2015/16

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Ing. Ondřej Kubánek

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Expertní inženýrství v dopravě (3917T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza vlivu používání technických zařízení řidičem na reakční dobu

v anglickém jazyce:

The impact analysis of the technical devices used by the driver on the reaction time

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Diplomová práce se bude zabývat analýzou vlivu používání technických zařízení (např. navigace, mobilní telefon, atd.) řidičem na reakční dobu.

Cíle diplomové práce:

1. Rozbor technických zařízení používaných běžnými řidiči v silničním provozu, souvislost s legislativními předpisy (navigace, mobilní telefon, hands-free sada, infotainment vozidla, aj.).
2. Reakční doba řidiče - vymezení pojmu, možnosti měření.
3. Experimentální měření reakční doby řidiče používajícího/nepoužívajícího vybrané technické zařízení při jízdě s využitím zařízení eye tracker.
4. Analýza získaných výsledků a jejich využití při znalecké činnosti v oboru doprava.
5. Návrh opatření a doporučení pro zvýšení bezpečnosti provozu vozidel.

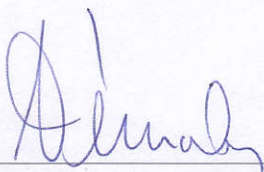
Seznam odborné literatury:

- [1] Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů č. 361/2000 Sb.
- [2] SEMELA, M. Analýza silničních nehod I. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012, 83 s. ISBN 978-80-214-4559-8.
- [3] BRADÁČ, A.: Soudní inženýrství. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 1999. ISBN 80-7204-057-X
- [4] SEDLÁK, R. Zrakové vnímání. In Sborník anotací a CD s plným zněním příspěvků. Brno: 2010. s. 1-10. ISBN: 978-80-214-4090-6.
- [5] SEDLÁK, R. Komplexní analýza obvyklé doby pozorování jedoucího vozidla a okolních podmínek pro vyhodnocení dopravní situace - dizertační práce
- [6] ČERNOCHOVÁ, D.: Vizuální orientace v dopravě a psychická zátěž řidiče, Sborník příspěvků z mezinárodní odborné konference „Prevence dopravní nehodovosti v resortu Ministerstva obrany“, VELITELSTVÍ VÝCVIKU – VOJENSKÁ AKADEMIE VE VYŠKOVĚ, Vyškov 2009.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Vladimír Panáček, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16.

V Brně, dne 4. 11. 2015



doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel vysokoškolského ústavu



Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá analýzou vlivu používání technických zařízení řidičem na reakční dobu. Jsou zde popsány zákonné požadavky na používání technických zařízení řidičem ve vozidle. Rozebrány typy používaných technických zařízení řidiči a především probrána problematika reakční doby řidičů. Jsou posouzeny vlivy působící na reakční dobu, způsoby měření reakční doby a typy reakčních dob. Jsou rozebrány starší výzkumy z počátků měření reakčních dob až po nejnovější výzkumy, zabývající se měřením reakčních dob při používání mobilního telefonu. Praktická část práce je věnována provedení jízdních zkoušek na vybraném vzorku řidičů a vyhodnocení jejich reakčních dob při běžné jízdě a při telefonování. Naměřená a vyhodnocená data jsou okomentována s ohledem na přínos ve znalecké činnosti oboru doprava.

Abstract

This master's thesis analyzes the impact of the use of technical equipment for the driver reaction time. There are described the legal requirements for the use of technical devices by the driver in the vehicle. There are analyzed the types of technical devices used by drivers and mainly discussed the issue of drivers' reaction times. They assessed factors affecting reaction time, ways of measuring the reaction time and the type of reaction times. They discussed earlier research from the beginning of the measurement of reaction times to the latest research, dealing with the measurement of reaction times when using a mobile phone. The practical part is devoted to perform road tests on a sample of drivers and evaluate their reaction times during normal driving and during a call. The measured and evaluated data are commented with respect to the benefits of expert activities in the field of transport.

Klíčová slova

Řidič, reakční doba, zákonné požadavky, telefonování

Keywords

Driver, reaction time, legal requirements, calling

Bibliografická citace

KUBÁNEK, O. *Analýza vlivu používání technických zařízení řidičem na reakční dobu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2016. 86 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Vladimír Panáček, Ph.D..

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat především svému vedoucímu diplomové práce Ing. Vladimíru Panáčkovi, Ph.D. za cenné rady při vypracovávání práce. Dále bych chtěl poděkovat vyučujícím a zaměstnancům Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně za zapůjčení měřícího zařízení a rady při jeho použití. V neposlední řadě také své rodině a přátelům za účast při experimentálním měření, bez jejichž pomoci by práce nemohla vzniknout.

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 ZÁKONNÉ POŽADAVKY NA POUŽITÍ TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ VE VOZIDLE	10
1.1 Zákonné požadavky	10
1.2 Zákonné požadavky v zahraničí	13
1.3 Shrnutí zákonných požadavků v ČR	14
2 VLIV POUŽÍVÁNÍ TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ ZA JÍZDY NA NEHODOVOST	15
3 TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ POUŽÍVANÁ ŘIDIČI PŘI PROVOZU VOZIDLA	20
3.1 Mobilní telefon	20
3.2 Handsfree sada.....	21
3.3 Navigace	23
3.4 Auto kamery	24
3.5 Antiradary.....	27
3.6 Rádía a multimediální systémy	28
4 REAKČNÍ DOBA ŘIDIČE	31
4.1 Reakční doba obecně	31
4.2 Vlivy působící na reakční dobu	34
4.3 Druhy měření reakční doby	36
4.4 Metody měření reakční doby	36
4.4.1 Měření pomocí jednoduchých měřicích přístrojů a programů.....	37
4.4.2 Měření na jízdních simulátorech	38
4.4.3 Jízdní zkoušky	39
4.4.4 Pozorování v běžném provozu	41
5 DOSAVADNÍ VÝZKUMY	42
5.1 Výzkumy zabývající se reakční dobou obecně.....	42
5.2 Výzkumy zabývající se reakční dobou při používání telefonů a jiných technických zařízení	44

6	EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ REAKČNÍ DOBY	46
6.1	Polygon, vozidlo a použité přístroje	46
6.1.1	<i>Zkušební polygon</i>	46
6.1.2	<i>Zkušební vozidlo</i>	47
6.1.3	<i>Úpravy na vozidle</i>	49
6.1.4	<i>Snímací zařízení</i>	51
6.1.5	<i>Zařízení pro telefonování</i>	55
6.2	Postup měření	56
6.3	Postup zpracování naměřených dat	58
7	ANALÝZA VÝSLEDKŮ	61
7.1	Výsledky jednotlivých řidičů	61
7.2	Celkové výsledky	69
8	NÁVRH OPATŘENÍ A VYUŽITÍ VÝSLEDKŮ	75
	ZÁVĚR	77
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY	79
	SEZNAM OBRÁZKŮ	83
	SEZNAM TABULEK	85
	SEZNAM PŘÍLOH	86

ÚVOD

V dnešní stále hektičtější době je technika neocenitelným pomocníkem, lidé si již nedokáží představit život bez automobilů, počítačů a mobilních telefonů. V řadě případů se stal naším pánem čas, proto potkáváme v ulicích stále víc telefonujících lidí, případně píšících zprávy nebo hledajících nějaké informace na internetu. Výpočetní technika se dostala i do oblasti automobilové dopravy, kde plní především roli bezpečnostní, informativní ale také zábavnou.

Úkolem této práce je především ucelené posouzení vlivu používání technických zařízení v automobilech na člověka. Pro řadu vysoce postavených, ale i obyčejných lidí je jízda v automobilu nutnou činností, která jim zabírá čas pro řešení podstatnějších problémů, z toho důvodu vídáme v ulicích stále víc řidičů s mobilním telefonem v ruce, případně mluvících sami pro sebe, jakoby k nepřítomnému spolujezdci, do handsfree. Práce se snaží vymezit problémy technických zařízení používaných ve vozidle, ovlivňování řidičů těmito zařízeními a zákonnými požadavky na používání technických zařízení ve vozidle. Jako potvrzení předpokladů práce o ovlivňování řidiče technickými zařízeními bude proveden experiment s měřením reakčních dob řidičů.

Hlavní motivací a důvodem k sepsání práce jsou vlastní zkušenosti autora práce s řízením vozidel a telefonováním, případně nastavováním navigace a špatným pocitem z důvodu ovlivnění jeho pozornosti a tím i zhoršení reakční doby.

Práce je rozdělena do několika částí, v rešeršní části jsou na úvod popsány zákonné požadavky na použití technických zařízení ve vozidle. Kdy se dle zákona řidič dopouští přestupku a jaký ho za něj čeká postih. Používání technických zařízení ve vozidle má samozřejmě vliv na nehodovost, statistiky nehodovosti za posledních pět let jsou popsány v další části práce. Dále jsou popsána a zhodnocena, dle vlivu na řidiče, technická zařízení používaná řidiči při jízdě. Na konec rešeršní části jsou rozebrány dosavadní výzkumy zabývající se řešenou problematikou.

V další části práce je provedeno experimentální měření reakčních dob, porovnány rozdíly reakčních dob při běžné jízdě, jízdě s telefonováním, případně při psaní jednoduché textové zprávy. Na závěr jsou data vyhodnocena a rozebrán jejich přínos s možným návrhem opatření pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu.

1 ZÁKONNÉ POŽADAVKY NA POUŽITÍ TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ VE VOZIDLE

1.1 ZÁKONNÉ POŽADAVKY

Zákonné požadavky na používání technických zařízení řidiči ve vozidle jsou dány zákonem č. 361/2000 Sb. *Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů* [1] v paragrafu § 7 odstavce (1) *Řidič nesmí, písmene c) při jízdě vozidlem držet v ruce nebo jiným způsobem telefonní přístroj nebo jiné hovorové nebo záznamové zařízení. Dále je pro upřesnění doplněno v odstavci (5) Ustanovení odstavce 1 písm. c) se nevztahuje na řidiče vozidla bezpečnostních sborů, ozbrojených sil a vojenského zpravodajství při plnění služebních povinností, řidiče vozidla obecní policie při plnění jejích povinností a řidiče vozidel jednotek požární ochrany a poskytovatele zdravotnické záchranné služby při řešení mimořádných událostí a Horské služby při řešení mimořádných událostí.*

Dále jsou v zákonu č. 361/2000 Sb. *Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů* vymezeny *Správní delikty* v paragrafu § 125c v části *Přestupky* v odstavci (1) *Fyzická osoba se dopustí přestupku tím, že v provozu na pozemních komunikacích písmene f) při řízení vozidla 1. v rozporu s § 7 odst. 1 písm. c) drží v ruce nebo jiným způsobem telefonní přístroj nebo jiné hovorové nebo záznamové zařízení. Výše pokuty za přestupek je dána odstavcem (5) Za přestupek se uloží pokuta písmenem g) od 1500 Kč do 2500 Kč, jde-li o přestupek podle odstavce 1 písm. f) bodů 1 a 4 a písm. k). Dále odstavcem (7) V blokovém řízení se uloží pokuta do písmene b) 1000 Kč za přestupek podle odstavce 1 písm. f) bodů 1 a 4,*

V HLAVĚ V s názvem *BODOVÉ HODNOCENÍ PORUŠENÍ POVINNOSTÍ STANOVENÝCH ZÁKONEM* je popsáno bodové hodnocení řidičů za spáchání přestupku, konkrétně v § 123a, který říká:

Bodovým hodnocením se zajišťuje sledování opakovaného páčání přestupků, jednání, které má znaky přestupku podle jiného právního předpisu³⁰⁾, nebo trestných činů, spáchaných porušením vybraných povinností stanovených předpisy o provozu na pozemních komunikacích řidičem motorového vozidla nebo že se řidič porušování těchto povinností nedopouští. Přehled jednání spočívajícího v porušení vybraných povinností stanovených předpisy o provozu na pozemních komunikacích a počet bodů za tato jednání je stanoven v příloze k tomuto zákonu.

V následující tabulce č. 1, která je součástí zákona č. 361/2000 Sb. *Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů* je přehled jednání spočívajících v porušení vybraných povinností stanovených předpisy o provozu na pozemních komunikacích a počet bodů za tato jednání.

Tabulka 1 - Přehled jednání spočívajících v porušení vybraných povinností stanovených předpisy o provozu na pozemních komunikacích a počet bodů za tato jednání

Porušení předpisů o provozu na pozemních komunikacích	Počet bodů
řízení vozidla bezprostředně po požití alkoholického nápoje nebo v takové době po jeho požití, po kterou je řidič ještě pod vlivem alkoholu, je-li zjištěný obsah alkoholu u řidiče vyšší než 0,3 promile, nebo řízení vozidla bezprostředně po užití jiné návykové látky nebo v takové době po užití jiné návykové látky, po kterou je řidič ještě pod jejím vlivem	7
odmítnutí řidiče podrobit se vyšetření podle jiného právního předpisu ke zjištění, zda není ovlivněn alkoholem nebo jinou návykovou látkou	7
způsobení dopravní nehody porušením povinnosti řidiče, při které došlo k usmrcení nebo k těžké újmě na zdraví jiné osoby	7
neprodlené nezastavení vozidla účastníka dopravní nehody nebo nedovolené opuštění místa dopravní nehody nebo neprodlené nevrácení se na místo dopravní nehody po poskytnutí nebo přivolání pomoci	7
při jízdě na dálnici nebo silnici pro motorová vozidla otáčení se nebo jízda v protisměru nebo couvání v místě, kde to není dovoleno	7
vjíždění na železniční přejezd v případech, ve kterých je to zakázáno	7
neposkytnutí účinné pomoci (první pomoc a přivolání záchranných složek) účastníkem silničního provozu, který není účastníkem dopravní nehody při nehodě s evidentním poškozením zdraví nebo ohrožením života	7
předjíždění vozidla v případech, ve kterých je to zákonem zakázáno	7
řízení motorového vozidla řidičem, kterému byl zadržen řidičský průkaz	7
řízení vozidla, které je technicky nezpůsobilé k provozu na pozemních komunikacích tak závažným způsobem, že bezprostředně ohrožuje ostatní účastníky	5

provozu na pozemních komunikacích	
překročení nejvyšší dovolené rychlosti stanovené zákonem nebo dopravní značkou o 40 km.h ⁻¹ a více v obci nebo o 50 km.h ⁻¹ a více mimo obec	5
nezastavení vozidla na signál, který příkazuje řidiči zastavit vozidlo, nebo nezastavení vozidla na pokyn „Stůj“ daný při řízení nebo usměrňování provozu na pozemních komunikacích anebo při dohledu na bezpečnost a plynulost provozu na pozemních komunikacích osobou k tomu oprávněnou	5
ohrožení jiného řidiče při přejíždění s vozidlem z jednoho jízdního pruhu do druhého	5
ohrožení chodce přecházejícího pozemní komunikaci při odbočování s vozidlem na místo ležící mimo pozemní komunikaci, při vjíždění na pozemní komunikaci nebo při otáčení a couvání	5
při řízení vozidla ohrožení chodce na přechodu a neumožnění nerušeného a bezpečného přejetí vozovky	4
nedání přednosti v jízdě v případech, ve kterých je řidič povinen dát přednost v jízdě	4
překročení maximální doby řízení vozidla nebo nedodržení minimální doby odpočinku o 20 % a více nebo nedodržení bezpečnostní přestávky o 33 % a více podle jiných právních předpisů	4
řízení motorového vozidla bez držení příslušné skupiny nebo podskupiny řidičského oprávnění	4
porušení povinnosti použít dětskou autosedačku nebo bezpečnostní pás při přepravě dětí podle § 6	4
překročení nejvyšší dovolené rychlosti stanovené zákonem nebo dopravní značkou o 20 km.h ⁻¹ a více v obci nebo o 30 km.h ⁻¹ a více mimo obec	3
nezastavení vozidla před přechodem pro chodce v případech, kdy je řidič povinen tak učinit	3
řízení motorového vozidla bez držení platného osvědčení profesní způsobilosti řidiče	3

porušení povinnosti být za jízdy připoután bezpečnostním pásem nebo užít ochrannou přilbu	3
neoznačení překážky provozu na pozemních komunikacích, kterou řidič způsobil	2
překročení nejvyšší dovolené rychlosti stanovené zákonem nebo dopravní značkou o více než 5 km.h ⁻¹ a méně než 20 km.h ⁻¹ v obci nebo o více než 10 km.h ⁻¹ a méně než 30 km.h ⁻¹ mimo obec	2
držení telefonního přístroje nebo jiného hovorového nebo záznamového zařízení v ruce nebo jiným způsobem při řízení vozidla	2

1.2 ZÁKONNÉ POŽADAVKY V ZAHRANIČÍ

V následující podkapitole je popsán přístup k používání technických zařízení v zahraničí, konkrétně ve státech Evropské unie a USA.

V případě evropských států a států EU je přístup k používání technických zařízení velmi podobný jako v ČR. Ve všech státech Evropské unie je používání zařízení sloužících k hovoru či záznamu zakázáno, pokud řidič dané zařízení drží v ruce [43]. Přístup k používání sad handsfree se však u některých států liší. Průkopníkem omezování handsfree sad se stává Francie. Dle oficiálního turistického francouzského serveru [44] schválila v letošním roce Francie novinku v podobě omezení a zákazu používání handsfree sad fungujících na principu sluchátek a headsetů uchycených přímo k uším řidiče. Toto nařízení platí také pro poslech hudby a pro cyklisty. Telefonování s použitím hlasitého handsfree, např. externího bluetooth handsfree použitého v experimentální části práce či při propojení s infotainmentem vozidla je prozatím povoleno.

Ještě zásadnější přístup k používání mobilních telefonů za jízdy však začátkem července 2016 schválila rakouská vláda. Shrnutí nové, 32. novely rakouského zákona o provozu na pozemních komunikacích provedl český ústřední automotoklub na svých stránkách takto:

„Zákaz telefonování v jedoucím vozidle! Novela extrémně zpřísnila telefonování řidiče v jedoucím vozidle. Každé použití telefonu za jízdy je zakázáno. Handsfree je povoleno jen to, které je pevně zabudované ve vozidle při výrobě vozidla nebo odborném domontování v autorizovaném servisu s homologací a povolena jsou i speciální handsfree sluchátka

dodávaná k telefonu. Povoleno je jen volání například při čekání, stání vozidla v koloně nebo na červené. „Pokuta za tento přestupek je nově stanovena na 50 až 72 Eur, ale pokud se zjistí, že jste udělal chybu v řízení nebo způsobil dopravní nehodu kvůli volání, hrozí vám sankce až 2180 Eur,“ varuje právník ÖAMTC Hoffer.“ [45]

Ostatní státy Evropské unie vyčkávají na reálné zkušenosti se změnami přístupu k telefonování v Rakousku a ve Francii, je však možné, že řada dalších států přistoupí k podobným omezením.

Zajímavý přístup z pohledu Evropanů mají k používání technických zařízení ve vozidle v USA. V jednotlivých státech USA přistupují k problému různě. Dle závěrů Insurance Institute for Highway Safety (IIHS) [47] jež je obdobou evropské organizace NCAP [48] shrnutých v článku motoristického serveru auto.cz [46] se doporučení dané federální agenturou National Transportation Safety Board pro zákaz telefonování za jízdy, psaní zpráv a také telefonování pomocí handsfree jeví jako neopodstatněné. Organizace to odůvodňuje nezaznamenáním rozdílu v nehodovosti ve státech kde je používání mobilních telefonů zakázané a kde je povolené. V USA, kde vzniká na tato témata také velké množství výzkumů, tak stále platí nejednotnost v zákonných požadavcích jednotlivých států na používání technických zařízení řidiči ve vozidle.

1.3 SHRUTÍ ZÁKONNÝCH POŽADAVKŮ V ČR

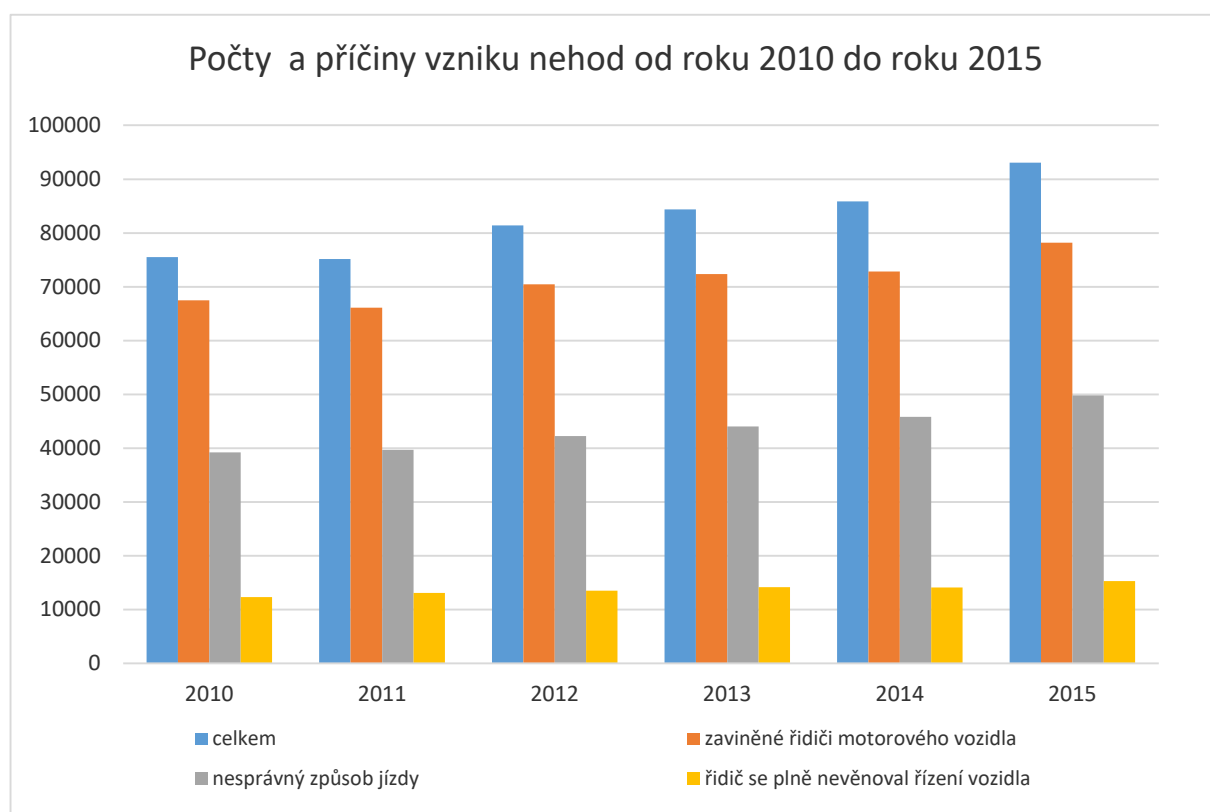
Podle § 125c odst. 1 písm. f) bod 1 se přestupku dopustí řidič, který při řízení vozidla drží v ruce nebo jiným způsobem telefonní přístroj nebo jiné hovorové nebo záznamové zařízení. Zákon tedy nezakazuje samotné telefonování během jízdy, nýbrž pouze držení telefonu (či jiného zařízení). Za jiné záznamové zařízení se přitom dle judikatury Nejvyššího správního soudu považuje např. fotoaparát nebo kamera. Z našeho pohledu se toto ustanovení nevyužije v případě, kdy řidič během jízdy drží v ruce např. GPS navigaci. Řidič by proto měl být potrestán pouze tehdy, pokud je mu prokázáno, že věc, kterou držel, byl skutečně telefon či podobné zařízení. Za jízdy může řidič telefonovat pouze prostřednictvím tzv. handsfree. [24]

Za tento přestupek řidiči hrozí ve správním řízení pokuta 1.500,- Kč až 2.500,- Kč. Pokud by byl tento přestupek projednáván v blokovém řízení, bude řidiči uložena pokuta do 1.000,- Kč. Bez ohledu na to, jestli byl přestupek projednán ve správním nebo blokovém řízení, jsou řidiči připsány 2 trestné body v rámci bodového hodnocení řidičů. [24]

2 Vliv používání technických zařízení za jízdy na nehodovost

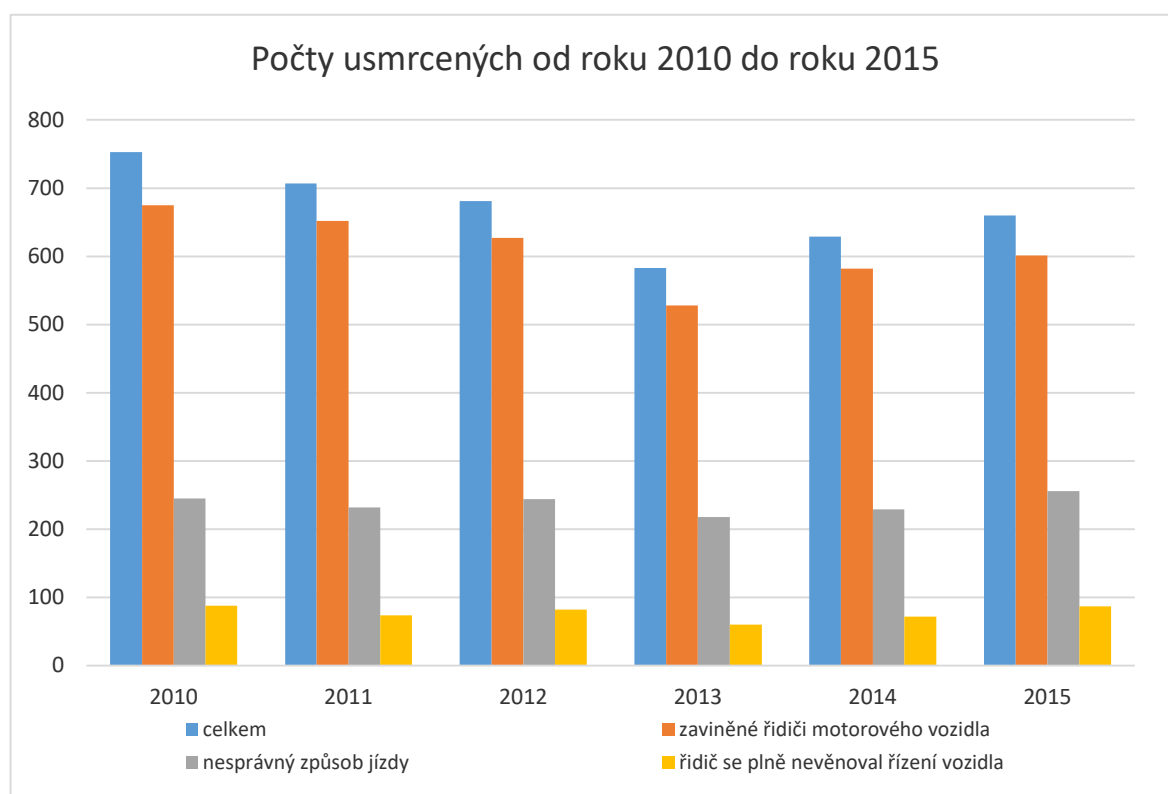
V následující kapitole je popsán vliv používání technických zařízení na nehodovost v předchozích 6ti letech, od roku 2010 do roku 2015. Data nehodovosti jsou získána ze statistik Policie České republiky [25], autoklubu České republiky [26], BESIP [27] a z Jednotné dopravní vektorové mapy Ministerstva dopravy České republiky [28]. Příčiny vzniku nehod způsobených používáním telefonních zařízení, prací s multimediálním systémem, laděním rádia, prací s navigací, ... jsou ve statistikách nehod způsobených řidičem motorového vozidla sjednoceny do kategorie „Nesprávný způsob jízdy“ s upřesněním, že řidič se plně nevěnoval řízení vozidla. Kolik nehod bylo způsobených pouze vlivem používání telefonního přístroje, případně pouze použitím jiných technických zařízení statistiky nezaznamenávají.

Na grafu č. 1 je znázorněn celkový počet nehod za jednotlivé roky a jejich porovnání s počtem nehod zaviněných řidičem vozidla, počtem nehod, které se stali v důsledku nesprávného způsobu jízdy a počtu nehod kdy se řidič plně nevěnoval řízení vozidla.



Obrázek 1 – Grafické znázornění počtu a příčin vzniku nehod od roku 2010 do roku 2015

Na grafu č. 2 jsou zobrazeny celkové počty usmrcených osob a jejich porovnání s počty usmrcených osob, které byli usmrceni při nehodách zaviněných řidičem vozidla, při jeho nesprávné způsobu jízdy a při jízdě kdy se plně nevěnoval řízení vozidla.

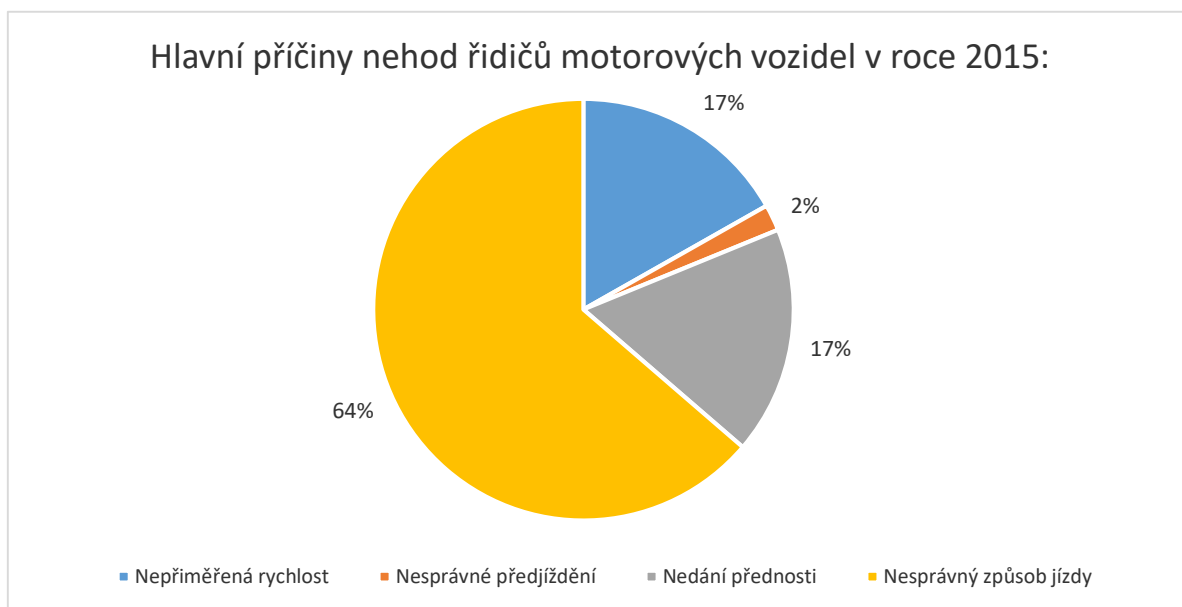


Obrázek 2 – Grafické znázornění počtu usmrcených osob při nehodách od roku 2010 do roku 2015

V následující tabulce č. 2 jsou uvedeny hlavní příčiny nehod řidičů motorových vozidel za rok 2015, počty nehod vzniklých některou z těchto příčin a počet usmrcených osob. Procentuální poměr hlavních příčin vzniku nehod je znázorněn na grafu č. 3.

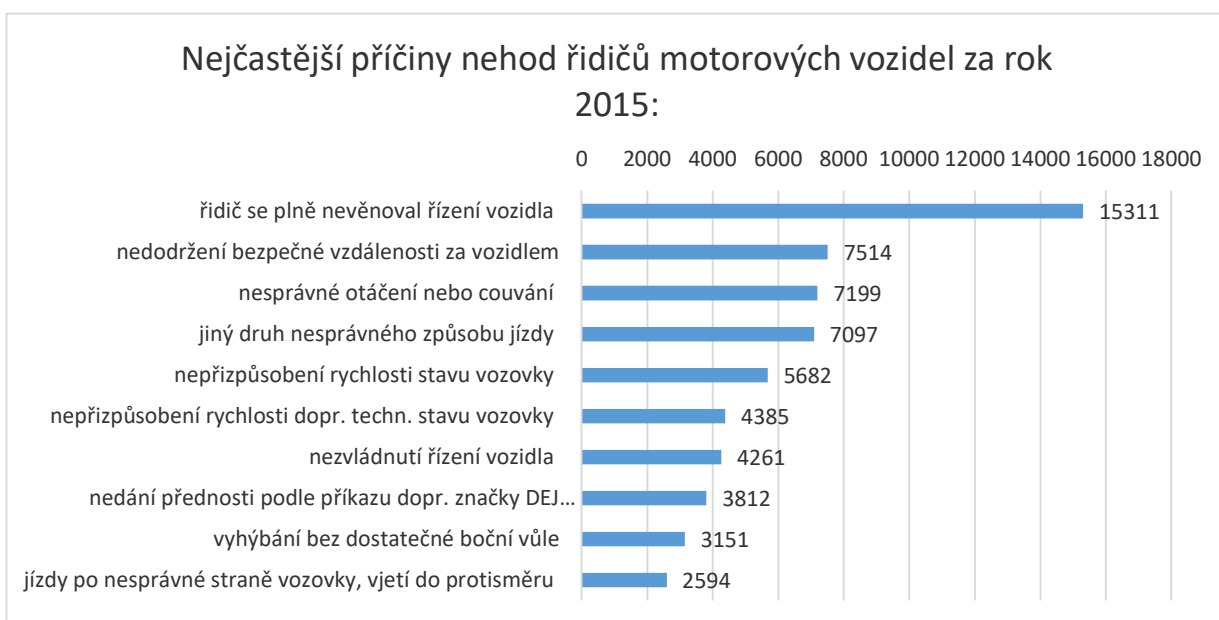
Tabulka 2 – Hlavní příčiny nehod řidičů motorových vozidel v roce 2015

Hlavní příčiny nehod řidičů motorových vozidel v roce 2015:	nehod	usmrcených
Nepřiměřená rychlost	13152	235
Nesprávné předjíždění	1557	21
Nedání přednosti	13683	89
Nesprávný způsob jízdy	49807	256



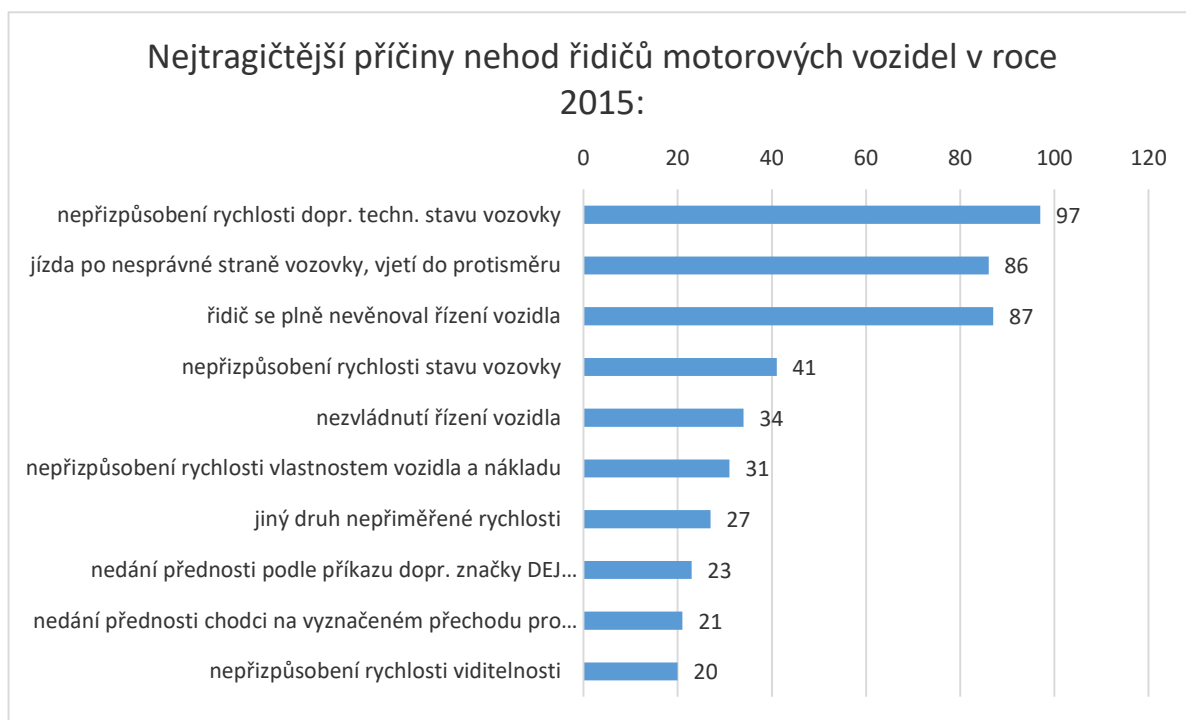
Obrázek 3 – Grafické znázornění hlavních příčin nehod řidičů motorových vozidel v roce 2015

Při podrobnějším rozdělení z hlediska příčin nehod řidičů motorových vozidel, které jsou zapsány jako příčiny nehod ve spisech o nehodách, patří k nejčastějším důvodům vzniku nehody situace, kdy se řidič plně nevěnoval řízení vozidla. Počty nehod za rok 2015 z hlediska příčin jsou zobrazeny v grafu č. 4.



Obrázek 4 – Grafické znázornění nejčastějších příčin nehod řidičů motorových vozidel za rok 2015

V případě dopravních nehod, kdy dojde k usmrcení člověka, patří příčina, kdy se řidič plně nevěnoval řízení vozidla k nejčastějším. Počty usmrcených osob z hlediska příčin dopravní nehody jsou zobrazeny na grafu č. 5.



Obrázek 5 – Grafické znázornění počtu usmrcených osob z hlediska příčin dopravní nehody v roce 2015

3 TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ POUŽÍVANÁ ŘIDIČI PŘI PROVOZU VOZIDLA

V následující kapitole jsou popsána technická zařízení, používaná běžnými řidiči a jejich možný vliv na pozornost řidiče a reakční dobu. Nejčastějším případem dnešních moderních vozidel je použití multimediálních systémů, které řidiči umožňují sledování většiny parametrů o vozidle, přehrávání hudby, telefonování pomocí vestavěného bluetooth handsfree, navigování a řadu dalších věcí (přístup na internet, ...). U výrobců osobních vozidel se projevuje snaha tyto moderní technologie co nejvíce zjednodušit a usnadnit jejich ovládání s co nejnižším vlivem na pozornost řidičů. Většina řidičů však stále používá přístroje, které nejsou pro použití během řízení uzpůsobeny (telefonní přístroje, externí navigace, starší autorádia, ...) V této kapitole je uveden přehled typických technických zařízení používaných řidiči při řízení vozidla.

3.1 MOBILNÍ TELEFON

Obecné informace, definice

Mobilní telefon je zařízení fungující jako normální telefon, ale s možností použití ve velkém prostoru. Mobilní telefony umožňují spojení jak s mobilní telefonní sítí, tak i s pevnou telefonní sítí přímo volbou telefonního čísla na vestavěné klávesnici. Původně byl mobilní telefon výraz pro telefon namontovaný do vozidla, využíval i jeho baterii a měl externí anténu. Jak šel technický vývoj kupředu, zmenšovaly se i rozměry mobilních telefonů do podoby, jak je známe dnes. V dnešní době je většina telefonů jednoduché konstrukce s dotykovým displejem přes celou čelní plochu, najdou se však stále modely s klávesnicovou konstrukcí. Telefony se dnes v automobilech ve většině případů využívají po připojení k infotainmentu vozidla kdy hovor probíhá pomocí standartních reproduktorů ve vozidle a je využito zabudovaných mikrofonů. Velké množství řidičů dnešní moderní telefony využívá také jako navigaci, kdy je telefon umístěn v držáku na palubní desce či čelním skle.



Obrázek 6 – Mobilní telefony

Vliv na pozornost řidiče

Mobilní telefon a jeho vliv na pozornost řidiče je velké téma dnešní doby, výrobci se snaží o co největší integraci připojeného telefonu k systému vozidla, v moderních automobilech lze telefon a většinu jeho funkcí ovládat přes infotainment vozidla. Otázka vlivu na řidiče vyvstává především při hovorech a psaní zpráv, případně při jiné práci na telefonu. Stávající výzkumy dokázali ovlivnění reakční doby telefonováním při držení mobilního telefonu v ruce o více jak 0,4 s. Tato diplomová práce se zabývá vlivem telefonování přes handsfree a používání telefonu za jízdy, vliv na pozornost a reakční dobu řidiče je popsán v experimentální části práce podrobněji.

Zákonné požadavky

Zákonné požadavky na používání mobilních telefonů řidiči v automobilu vychází z požadavků popsanych v kapitole 2. Zákon [1] stanovuje jako přestupkové jednání držení telefonního, nebo jiného hovorového nebo záznamového zařízení za jízdy a vymezuje odpovídající postih. Při držení mobilního telefonu v ruce se tedy řidič dopouští přestupkového jednání ve všech případech, při telefonování, psaní zpráv, nastavování navigace, ...

3.2 HANDSFREE SADA

Obecné informace, definice

Jako handsfree (v českém překladu: volné ruce) je označováno takové zařízení, které umožňuje telefonovat mobilním telefonem takovým způsobem, aby měl telefonující volné ruce a mohl se tak věnovat jiným činnostem jako je řízení automobilu nebo jiné práci. Zařízení může mít dva typy konstrukce, prvním je sluchátkové handsfree. Jedná se v podstatě o jednoduché sluchátko s integrovaným mikrofonom připojené sponou k uchu řidiče a přes rozhraní bluetooth k telefonu. Dříve se využívala také drátová sluchátka s mikrofonom

umístěným na drátu. Dalším typem je hlasité handsfree, výhodou je že řidič nemusí nasazovat sluchátko, nevýhodou bývá nižší kvalita zvuku a často horší záznam mikrofonu. Najdou se však i velmi kvalitní typy s kvalitním zvukem a v některých případech i s vestavěným fm vysílačem, který na přednastavené frekvenci vysílá zvuk přes rádio do reproduktorů automobilu.



Obrázek 7 – Handsfree sada

Vliv na pozornost řidiče

Handsfree sada jako samostatný přístroj na pozornost řidiče nemá vliv, pozornost řidiče může ovlivnit při propojení s mobilním telefonem a během uskutečňovaného hovoru. Na řidiče má vliv především samotný hovor, na který se zaměřuje experimentální část této práce. Samotné zařízení může psychicky ovlivnit řidiče především špatnou funkčností jako je nízká hlasitost, velký šum, špatný mikrofon (kdy musí řidič opakovat, co řekl). Řidič se poté snaží více soustředit na probíhající hovor.

Zákonné požadavky

Zákonné požadavky na používání handsfree řidiči v automobilu vychází z požadavků popsanych v kapitole 2. Zákon [1] stanovuje jako přestupkové jednání držení telefonního, nebo jiného hovorového nebo záznamového zařízení za jízdy a vymezuje odpovídající postih. Zařízení handsfree jsou konstruována tak, aby umožnila řidiči telefonování bez nutnosti držet hovorové zařízení v ruce, proto se jejich použitím řidič nedopouští přestupkového jednání a nehrozí mu žádný postih.

3.3 NAVIGACE

Obecné informace, definice

Automobilový navigační přístroj, též auto navigace nebo lidově pouze navigace je elektronický přístroj využívající signálu z družic GPS sloužící k snadnému dosažení cíle automobilem. Přístroje fungují jako přijímače signálu GPS, který vyhodnocují pro získání potřebných dat, jako je poloha, aktuální rychlost a ve spolupráci s integrovaným software a mapovými podklady dává uživateli informace o blížící se odbočce, odhadu potřebného času k dosažení cíle, průměrné rychlosti cesty apod.

Od turistické navigace se liší zpravidla větší obrazovkou, nutností elektrického napájení a předpokladem, že se uživatel bude vozidlem pohybovat po silnicích a cestách namísto volné krajiny a turistických cest. Přesto v dnešní době již nelze přesně kategorizovat, protože na trhu jsou i specializované navigace, jako například pro traktor nebo kombajn.

V dnešní době se často místo klasických navigačních přístrojů používá navigace v mobilních telefonech, na trhu je dostupné velké množství aplikací lišících se způsobem ovládání a zobrazením.



Obrázek 8 – Navigační přístroje [41]

Vliv na pozornost řidiče

Navigační přístroje ovlivňují řidiče ve dvou fázích, když je nastavená trasa navigace, řidič kontroluje pohledem zvolenou trasu, délka tohoto pohledu ovlivňuje délku reakční doby, problémem je, že tuto činnost řidič provádí povětšinou v neznámém prostředí s mírnou nervozitou, že neví, kam má jet. Další fází jak navigace řidiče ovlivňuje je především nastavování trasy, nastavování trasy by mělo probíhat před jízdou, v případě změny trasy by

měl řidič zastavit. Často však k takovému jednání nedochází. Řidič je zaměstnán manipulací s přístrojem a pohledem na přístroj, reakční doba se poté velmi prodlužuje. Řada moderních přístrojů, stejně jako navigační aplikace v telefonu při pohybu vozidla toto jednání neumožňuje, ve většině případů však lze jednoduše zvolit přítomnost spolujezdce, který bude přístroj nastavovat, poté je nastavování trasy možné.

Zákonné požadavky

Zákonné požadavky na používání navigace v automobilu vychází z požadavků popsanych v kapitole 2. Zákon [1] stanovuje jako přestupkové jednání držení telefonního, nebo jiného hovorového nebo záznamového zařízení za jízdy a vymezuje odpovídající postih. V případě externích navigačních přístrojů, které současně neslouží jako hovorové zařízení, se při jejich držení řidič nedopouští přestupkového jednání a nehrozí žádný postih.

3.4 AUTO KAMERY

Obecné informace, definice

Auto kamery se staly hitem posledních let. Počet aut na silnicích každým rokem stoupá, a přestože počet dopravních nehod je relativně stabilní, jejich celkový počet je vysoký. Ne vždy je ovšem po nehodě na první pohled jasné, kdo ji způsobil. [29]

Kvalitní auto kamera neumožní těmto situacím předcházet, ale když už se do ní dostanete, pomůže definitivně určit viníka a ušetřit vám tak spoustu peněz na náhradu škody i pokutu. [29]



Obrázek 9 – Auto kamera

Vliv na pozornost řidiče

Auto kamera na pozornost řidiče nemá vliv, je nastavena před jízdou. Veškerá činnost je automatická. Po započetí jízdy se kamera sama sepne a začne natáčet. Při dobře zvolené poloze (např. za zpětným zrcátkem) o auto kameře řidič ani nemusí vědět. V případě nastavování auto kamery za jízdy se reakční doba řidiče zvyšuje stejně jako při psaní zprávy, nastavování navigace či dalších činnostech.

Zákonné požadavky

Zákonné požadavky na používání auto kamer v automobilu vychází z požadavků popsanych v kapitole 2. Zákon [1] stanovuje jako přestupkové jednání držení telefonního, nebo jiného hovorového nebo záznamového zařízení za jízdy a vymezuje odpovídající postih. Auto kamery a jejich použití je uzpůsobeno tak, aby se řidič nemusel starat o jejich provoz (spouštění, natáčení, ...) a aby neovlivňovali jeho pozornost. Veškeré funkce jsou nastaveny předem a provozovány automaticky (při nastartování spuštění nahrávání, ...). Auto kamery nejsou uzpůsobeny pro používání v ruce řidiče, pokud by však řidič držel v ruce auto kameru, jedná se o přestupkové jednání, kdy se dopouští přestupku držení hovorového nebo jiného záznamového zařízení za jízdy a vymezuje odpovídající postih.

Další pohled na využívání auto kamer z hlediska zákonů přinesl server auto-kamera.cz v článku auto kamery a legislativa: „*Jak je to ale s používáním kamer z hlediska zákonnosti? Je možné kameru do auta vůbec nainstalovat a používat? Mohu použít záznam u policie nebo pojišťovny? S rozvojem používání auto kamer v automobilech se měnil i postoj Úřadu na ochranu osobních údajů. V současnosti lze pořizovat záběry z automobilu v případě, že je záznam pořízen soukromě na ochranu práv pořizovatele. Naopak pořízení záznamu pro komerční účely nebo zveřejnění takového záznamu třeba na internetu může vyvolat odpovídající sankce u UOOÚ. Záznamy z kamery tedy nesmíte nikde šířit a na videu nesmí být rozpoznatelné tváře jiných osob nebo jejich další identifikační znaky.*

Zachycení inkriminovaného okamžiku na auto kameru není samospasitelné a ne vždy lze záznam použít jako klíčový důkaz. Přesto rozdíl mezi tím mít a nemít auto kameru může znamenat i mnoho desítek tisíc nebo až zápis v rejstříku trestů. Závisí na dalších okolnostech jako je závažnost situace, množství dalších důkazů, kvalita záznamu nebo jak se k záznamu postaví soud. Proto je velmi důležité vybrat si kvalitní kameru do auta, která bude mít optimálně Full HD rozlišení a kvalitní noční režim pro natáčení za zhoršené viditelnosti.

Současně s uvolněním pravidel pro používání auto kamer přichází i některá rizika. Záznam z vaší kamery může být použit jak ve váš prospěch, tak jako důkaz proti vám. V případě, že poskytnete policii záznam a ta na něm najde porušení předpisů, může vás sankcionovat. Stejně tak je důležité mít na paměti správné uchycení kamery, která nesmí překážet řidiči ve výhledu z vozu.

Když už mluvíme o policii, zmiňme ještě možnost natáčet její příslušníky. Mohu si tedy policistu vyfotit nebo ho natáčet na kameru? Ano, můžete, alespoň podle stanoviska Ministerstva vnitra. Z něj vyplývá, že policista při provádění služebních zákroků a plnění zákonných úkolů nevystupuje jako soukromá osoba, ale vykonává působnost orgánu veřejné správy. Nevztahuje se tak na něj v tomto případě zákon na ochranu osobních údajů č. 101/2000 Sb. Policisté se samozřejmě takovému výkladu brání, nicméně dokud a pokud se věc nedostane k Ústavnímu soudu a ten nerozhodne jinak, platí stanovisko ministerstva.

Jestliže tedy použijeme kameru k tomu, abychom natočili jednání příslušníka policie, měli bychom pamatovat na dvě věci a podle toho se zařídit. Za první, kamera natáčí jen to, co je před objektivem. Proto v případě natáčení policisty při služebním zákroku počítejte s tím, aby byl (a) v úhlu záběru kamery, je tak vhodné vybrat si kameru, která má široký úhel záběru, ideálně alespoň 140°.

Za druhé, v případě jednání s policisty je zásadní nejen obrazový záznam, ale i ten zvukový. Je tedy důležité vybrat si kameru s dostatečně citlivým mikrofonem, aby byl případný rozhovor dobře slyšet. Zároveň si nechte otevřené dveře nebo okénko a pokud možno vypněte rádio.

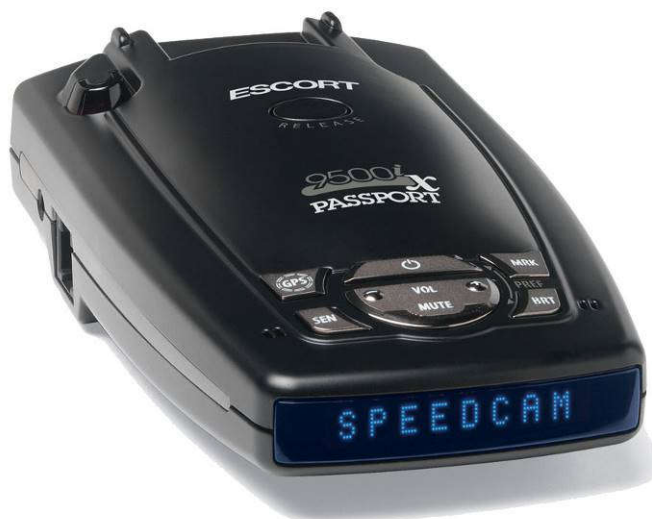
A jak je na tom zbytek Evropy? V podstatě se dá říci, že je možné používat auto kamery pro soukromé účely všude. V jednotlivých zemích ovšem existují různá omezení, například v délce uchování záznamu nebo jeho kvalitě. Vesměs lze kamery použít i jako důkaz vlastní nevinu, nikoliv však viny nebo nevinu třetích osob. Hodně nepřehledná je situace v Německu, kde používání kamer není dodnes vyřešené a každá spolková země si v tomto směru jede po vlastní ose. I zde však platí, že pro soukromé použití není auto kamera zakázána. V sousedním Rakousku je situace ještě o něco méně jasná a to přesto, že je používání auto kamer legislativně vyřešeno. Podle vyjádření rakouského autoklubu je možné používat kamery výhradně soukromě, například pro natáčení cesty na dovolenou, nikoliv však pro monitorování provozu. Problém by mohl nastat, pokud by policisté při případné kontrole neuvěřili tvrzení, že se jedná o výhradně privátní natáčení. Z toho důvodu používání kamer v Rakousku příliš nedoporučují.

Závěrem tedy můžeme říci, že používání auto kamer má poměrně jednoduchá pravidla, která když budete dodržovat, žádná perzekuce Vám ze strany státních orgánů nehrozí. Pokud už do podobné „hračky“ investujete, vyberte si takovou kameru, která splní to, co od ní požadujete. Dostatečně kvalitní záznam za všech povětrnostních podmínek je totiž pro relevantnost takového záznamu u soudu poměrně zásadní. “[29]

3.5 ANTIRADARY

Obecné informace, definice

Antiradary jsou zařízení umožňující detekci policejních radarů. V běžném provozu je povoleno používání pouze pasivních radarů, které neovlivňují funkci policejních radarů.



Obrázek 10 - Antiradar

Vliv na pozornost řidiče

Antiradary pozornost řidiče neovlivňují, jsou nastaveny před jízdou a jejich provoz je plně automatický.

Zákonné požadavky

Zákonné požadavky na používání antiradarů jako technických zařízení v automobilu vychází z požadavků popsanych v kapitole 2. Zákon [1] stanovuje jako přestupkové jednání držení telefonního, nebo jiného hovorového nebo záznamového zařízení za jízdy a vymezuje odpovídající postih. Antiradar nepatří k hovorovým ani záznamovým zařízením, proto jeho použitím nedochází k přestupkovému jednání.

Hlavní legální definice pojmu antiradar se však nalézá v § 3 odst. 4 zákona o silničním provozu (361/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů) [1]. Za antiradar ve smyslu tohoto zákona lze označit jediné „technické prostředky a zařízení, které znemožňují nebo ovlivňují funkci technických prostředků používaných policií nebo Vojenskou policií při dohledu na bezpečnost provozu na pozemních komunikacích.“ V tomto případě se tedy jedná o aktivní antiradary, jejichž použití zákon zakazuje ve všech případech.

3.6 RÁDIA A MULTIMEDIÁLNÍ SYSTÉMY

Obecné informace, definice

V dnešní době jsou rádia standartním prvkem všech výbav automobilů, s pokrokem techniky se stávají stále vybavenější a již nelze hovořit o pouhém pojmu rádio. Symbolem a

označením multimediální výbavy se stal pojem infotainment. Infotainment v sobě zahrnuje prvky multimediálních systémů s možností přehrávání dnes už snad všech formátů hudby i videa, poslech internetových rádií, využívání zabudované navigace a propojení s mobilním telefonem či připojení k internetu. V neposlední řadě slouží prostředí infotainmentu k ovládání většiny funkcí vozidla. Každým rokem přichází nové možnosti, nové aktualizace systémů, novější hardware. Trendem dnešní doby je také umísťování obrazovek infotainmentu do vyšších míst, blíže k zornému poli řidiče. K tomuto řešení přispěli především výrobci vozů vyšších tříd a luxusních vozů, v nejnovějších modelech běžnějších automobilek se však k tomuto řešení začínají také přiklánět. Kontakt s řidičem ovlivňuje nejen obrazovka, ale především ovládání. Každý z výrobců přistupuje k ovládání vlastním způsobem, u vozidel středních tříd je ovládání většinou dotykové, případně s ovládáním jednodušších funkcí na volantu. Vozidla vyšších tříd ovládání kombinují s dotykovými plochami a ovladači pod loketní opěrkou řidiče, dotykovými displeji a ovládání gesty a hlasem.



Obrázek 11 - Infotainment vozidla

Vliv na pozornost řidiče

Pozornost řidiče je ovlivněna především umístěním obrazovky infotainmentu a její velikostí. Délka pohledu na obrazovku je přímo úměrná zvýšení reakční doby řidiče. Psychické vnímání informací ovlivňuje prostředí infotainmentu, v ideálním případě by mělo být co nejjednodušší a nejpřehlednější, aby řidič pohledem strávil na obrazovce co nejkratší dobu. Umístění obrazovky u řadicí páky vozidla má špatný vliv na periferní vidění okolí řidiče a tím prodloužení reakční doby. Významný vliv má také ovládání, při hledání malých tlačítek na rádiu případně v okolí obrazovky či při přepínání na dotykovém displeji je reakční doba horší než při moderních způsobech ovládání gesty či hlasem, případně ovladači u loketní opěrky nebo na volantu, kdy řidič nemusí odvracet zrak k ovládačům.

Zákoné požadavky

Zákon požadavky na používání infotainmentu nespecifikuje. V tomto případě jde o technické zařízení schválené výrobcem vozidla, který sám musí dodržet normové požadavky. Rádia ani celé multimediální systémy nelze držet v ruce, proto v tomto případě požadavky popsané v kapitole 2., kde zákon [1] stanovuje jako přestupkové jednání držení telefonního, nebo jiného hovorového nebo záznamového zařízení za jízdy nelze uplatnit.

4 REAKČNÍ DOBA ŘIDIČE

4.1 REAKČNÍ DOBA OBECNĚ

V práci kolektivu vedeného Bradáčem [3] je reakční doba definována takto: Reakční dobou ze soudně inženýrského hlediska nazýváme čas od vjemu do uvedení (zabezpečovacího) zařízení v činnost naučeným způsobem. V neobvyklých situacích, bez naučeného způsobu, bude potřebná doba individuálně delší. Rozdělení časových úseků je provedeno v tabulce č. 3.

Tabulka 3 – Rozdělení časových úseků reakce a odezvy vozidla a hranice úseků

Název časového úseku		Hranice časového úseku
Reakční doba řidiče	Optická reakce	Počátek optického vnímání nebezpečného objektu
		Počátek ostrého optického vnímání objektu
	Psychická reakce	
	Svalová reakce	Začátek svalové reakce
		Dotyk brzdového pedálu
Odezva vozidla	Prodleva brzd	
		První dotyk třecích ploch brzd
	Náběh brzd	Začátek zanechávání stop pneumatik na vozovce

Jednotlivé časové úseky reakční doby řidiče jsou definovány takto:

- optická reakce řidiče - rozumí se jí doba, kterou řidič potřebuje na postřehnutí objektu, který je v kritickém okamžiku mimo jeho přímý výhled (zpozorování objektu v zorném poli oka a jeho optické zafixování); pokud řidič kritický objekt přímo sledoval, pak čas optické reakce nepřichází v úvahu. Rozsah ostrého vidění

je kolem osy oka pouhý 1 – 1,5°, je-li objekt mimo tuto oblast a je zpozorován pomocí periferního vidění, musí být oko natočeno k objektu. [3]

- psychická reakce řidiče - rozumí se jí doba od optického zafixování kritického objektu do začátku svalové reakce (začátek snímání nohy z pedálu akcelerační) [3]
- svalová reakce - rozumí se jí doba od ukončení psychické reakce do dotyku brzdového pedálu [3]

Po reakční době následuje odezva vozidla, kterou lze rozdělit na následující úseky:

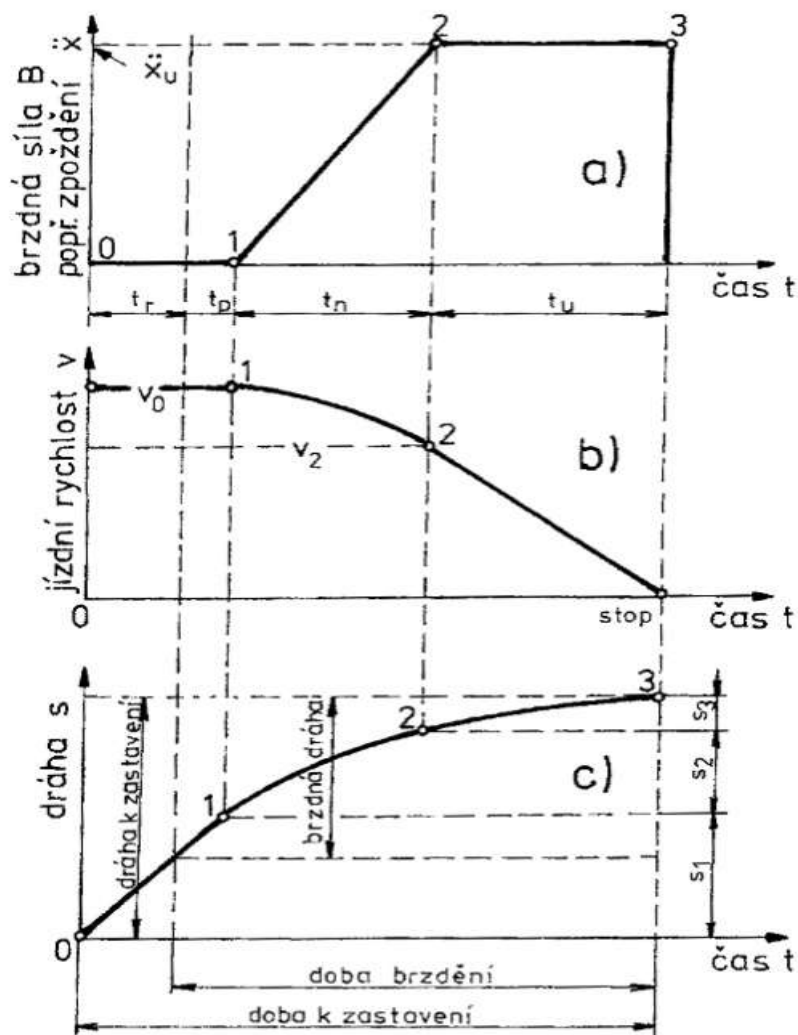
- prodleva brzd - doba od dotyku brzdového pedálu po první dotyk čelistí brzd s bubnem ev. brzdových destiček s kotoučem [3]
- doba náběhu - z praxe technického zručnosti je tato doba uvažována jako čas od prvního dotyku čelistí s brzdovým bubnem ev. destiček s kotoučem do okamžiku, kdy pneumatiky začínají zanechávat viditelné stopy na vozovce [3]

Nejběžnější hodnoty jednotlivých složek reakční doby jsou popsány v tabulce č. 4. [3]
Velikost optické reakce je závislá na úhlu, z kterého řidič zaznamenal reakční podnět, pokud řidič kritický objekt přímo sledoval, či byl v úhlu do a nad 5° od směru pohledu.

Tabulka 4 – Nejběžnější hodnoty složek reakční doby

	doba trvání [s]		
	spodní mez	průměr	horní mez
optická reakce			
úhel 0°	0	0	0
úhel do 5°	0,32	0,48	0,55
úhel nad 5°	0,41	0,61	0,7
psychická reakce	0,22	0,45	0,58
svalová reakce	0,15	0,19	0,21

Na obrázku č. 12 je znázorněn průběh brzdění vozidla s vyznačením vlivu reakční doby řidiče, obrázek je publikován v práci Vlka [33].



Legenda: t_r – reakční doba řidiče

t_p – doba prodlevy brzd

t_n – doba náběhu brzdění

t_u – doba plného zpomalení

Obrázek 12 – Průběh brzdění vozidla do zastavení s vyznačením vlivu reakční doby řidiče [33]

Reakční doba souvisí s pojmy jako čas na rozhodování, schopnost rozpoznání nebezpečí, ostré vidění, akomodace, rozhodovací čas, pozornost, zorné pole atd. [30]

Doba reakce je ve forenzní praxi definována jako doba **od rozpoznání nebezpečí do začátku brzdění či jiného konání k odvrácení**. Do reakční doby se tedy nezapočítá doba náběhu brzdňého účinku, doba technické prodlevy ani doba od uvidění nebezpečí do jeho rozpoznání, která vlastní reakci předchází. [30]

Od místa spatření nebezpečí (oba objekty jsou navzájem viditelné) uběhne do počátku oční fixace objektu (rozpoznání nebezpečí) optická reakce 0,32 až 0,55 sekundy, následuje

fixace objektu trvající od 0,22 do 0,58 sekundy (psychická reakce), poté svalová reakce přesunu nohy trvající od 0,15 do 0,21 sekundy a poté doba od počátku kontaktu nohy s brzdovým pedálem od začátku brzdného účinku v době trvání 0,03 až 0,06 sekundy. Samotná reakční doba je určována od počátku fixace objektu do počátku brzdění. Pro většinu řidičů lze uvažovat dobu od zafixování nebezpečného objektu po počátek brzdění ve výši 0,83 sekundy. [30]

V případě, že objekty jsou přímo viditelné bez nutnosti změny úhlu pohledu, pak lze optickou reakci řidiče uvažovat jako nulovou a celková reakční doba poté pouze součtem psychické a svalové reakce. Složky času reakce lze popsat jako **detekci objektu, jeho identifikaci, rozhodování a konání** před samotnou odezvou vozidla. Identifikace objektů z hlediska formy trvá od 0,036 do 0,161 sekundy. Celkový čas reakce na prostý signál (rozsvícení světla na vozovce) lze uvažovat v rozmezí 0,7 až 0,85 sekundy, čas reakce při očekávané překážce činí 1,0 až 1,15 sekundy a při neočekávané situaci 1,3 až 1,5 sekundy. [30]

Doba optické reakce může být v rozmezí 0 až 0,7 sekundy a její délka závisí na velikosti úhlové odchylky objektu reakce od směru pohledu řidiče. Doba psychické reakce může být obecně v rozmezí 0,2 až 0,6 sekundy, zbývající doba svalové (fyzické reakce) může být cca 0,2 sekundy. Celkový čas reakce může být při neperiferním vnímání již od 0,45 sekundy, při periferním až 2,0 sekundy, přičemž např. dle zkoumání prof. Hartmanna může být v denní době cca 0,35 až 1,4 sekundy a v noční době 0,4 až 1,8 sekundy. [30]

Pro 95 % řidičů však lze v denní době uvažovat cca 0,9 sekundy, v noční době cca 1,2 až 1,4 sekundy. Z těchto měření rovněž vyplynulo, že muži mají reakční dobu o 0,1 až 0,2 sekundy kratší. [30]

4.2 VLIVY PŮSOBÍCÍ NA REAKČNÍ DOBU

Na velikost reakční doby řidiče působí velké množství vlivů, jsou to:

- věk řidiče,

Z hlediska schopnosti reagovat lze zmínit odlišnost ve vizuálním vnímání, kdy zkušenější řidiči vnímají situaci komplexněji a jsou schopni sledovat větší rozsah prostoru, a tedy vozovky. U starších řidičů je objektivnějším ukazatelem vizuální pozornost. [7], [6], [31]

- změna psychického stavu a ostražitost

- onemocnění

Na reakční dobu má vliv stav nervového systému a s ním spojená onemocnění, což dokládá nutnost lékařského vyšetření při výkonu některých povolání. Negativní vliv na řízení má například ADHD (zkratka anglického „Attention Deficit Hyperactivity Disorder“ – porucha pozornosti s hyperaktivitou). Řidiči s tímto onemocněním vykazují více dopravních přestupků. Zhoršení řidičské ho výkonu je dokládáno i u HIV pozitivních. [31]

- typ dopravní situace či směr jízdy

doba pohledu do levého zrcátka 0,7 až 1,4 sekundy [3]

- oslnění a kontrast v případě noční jízdy

silné prodloužení reakční doby bylo pozorováno při kontrastním poměru menším než 2, a to až o 0,3 až 0,5 sekundy [3]

- únava, monotonie

Monotonie prováděných úkolů způsobuje klesající tendenci kognitivních funkcí, tedy způsobuje ospalost, únavu a s tím spojené snížení reakčních časů. Jedná se o faktor významný především v dopravě, typickým příkladem je doprava železniční, případně jízda po dálnici v nočních a ranních hodinách. Prokázán je vyšší vliv monotonie na neprofesionální řidiče, než u profesionálů. [7], [8], [31]

- meteorologické podmínky

- hluk

Výzkumy prokázaly, že řidič jedoucí v autě s příliš hlasitou hudbou má o 0,16 sekundy delší reakční dobu. [42]

- distrakce, telefonování či rozhovory

Na prodloužení reakčního času má významný vliv také pozorování reklam, rozhovory se spolujezdcí nebo telefonování. 0,3 až 0,4 sekundy navíc při změně světelné signalizace či vkročení chodce až 0,6 sekundy navíc při náhlém zastavení vpředu jedoucího vozidla či pádu překážky, pohled na rádio (1 až 1,5 sekundy). [9], [32]

- alkohol

se stoupající hladinou alkoholu v krvi se úměrně prodlužují doby reakce [19]

4.3 DRUHY MĚŘENÍ REAKČNÍ DOBY

- Jednoduchá reakční doba

Základní metodou je měření označované v zahraniční literatuře jako “simple reaction time.” Při takovémto měření dostane testovaná osoba jeden podnět, na nějž je možná pouze jediná odpověď. Příkladem mohou být na internetu dostupné aplikace, kdy uživatel čeká na zobrazení zelené barvy. Po jejím zobrazení stiskne tlačítko. Problémem této metody však může být její předvídatelnost. [10], [34]

- Doba potřebná na rozpoznání podnětu

Druhou metodu měření, kterou je možné použít je metoda “Recognition reaction time,” což lze chápat jako reakční dobu zvětšenou o dobu potřebnou na rozpoznání. Oproti předchozí metodě jsou testované osobě předkládány různé podněty, přičemž reakce je žádoucí pouze v případě jednoho z podnětů, tedy testovaný objekt musí rozpoznat správný podnět mezi řadou dalších. [34]

- Doba potřebná na rozhodnutí

Poslední metodou je metoda “choice reaction time,” neboli výběrová reakční doba, předkládá testované osobě množství podnětů, přičemž osoba reaguje v závislosti na podnětu, tedy každému podnětu je přiřazena rozdílná reakce. Jedná se o reakční dobu zvětšenou o rozhodovací proces, což způsobuje zpoždění reakce. Rozhodnutí je nejvíce variabilní komponentou reakční rychlosti. Nejjednodušší příklad takového měření popisuje Burg a Rau s kolektivem [11]. Zkoumána byla odezva na červené a bílé světlo. V případě, že bylo světlo červené, subjekt měl reagovat pravou rukou. Pokud bylo světlo bílé, měl subjekt reagovat rukou levou. Příkladem složitějších měření mohou být testy používané při vstupních testech pro operátory jaderných elektráren, či testy pro příslušníky hasičského záchranného sboru (HZS ČR). [34]

4.4 METODY MĚŘENÍ REAKČNÍ DOBY

Metody zjišťování reakčních dob lze obecně rozdělit na laboratorní a jízdní, z hlediska použité metody pak na laboratorní měření na jednoúčelových měřicích přístrojích a pomocí jednoduchých počítačových programů, laboratorní měření na simulátorech jízdy, jízdní

zkoušky na zkušebních drahách nebo veřejných komunikacích a konečně pozorování v podmínkách běžného provozu. [20]

4.4.1 Měření pomocí jednoduchých měřících přístrojů a programů

Za účelem provádění psychologických vyšetření disponují specializovaná pracoviště různými typy zpravidla jednoúčelových měřících zařízení, sloužících k rychlému zjištění reakčních časů na jednoduchý optický nebo zvukový podnět, případně na jejich kombinaci. Podněty jsou zpravidla zobrazovány po náhodně zvoleném čase a testovaná osoba reaguje stisknutím klávesnice, případně pedálu. [20]

Obdobou těchto měření je laboratorní měření periferního vidění, jak je zachyceno na obrázku č. 13. Test bývá prováděn na širokoplošném displeji, který je rozdělen na více segmentů. Podněty spočívají v rozsvěcování náhodných vzorců světél různé barvy. Kritický podnět nastává v případě, že je na některém ze segmentů zobrazen definovaný obrazec, nebo když se světla rozsvítí v požadovaném pořadí. Testovaná osoba reaguje stlačením tlačítek na speciální klávesnici. Výsledkem testu bývá reakční čas při kritickém podnětu a počty vynechaných, opožděných nebo nesprávných reakcí. Nevýhodou laboratorních testů je zjevná odtrženost od reálných podmínek silničního provozu ale i řízení motorového vozidla, kdy zkoušená osoba ví, že bude následovat definovaný podnět, soustředí se na očekávání signálu a jejím úkolem je pouze zmáčkнуть tlačítko nebo pedál. [20]



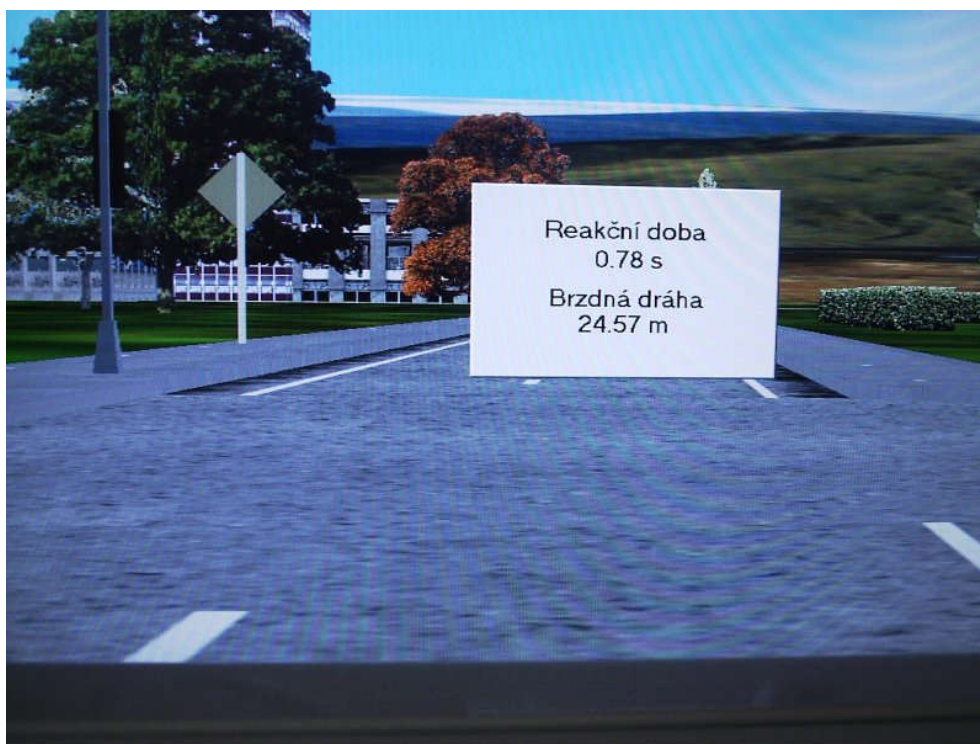
Obrázek 13 – Test reakční doby

4.4.2 Měření na jízdních simulátorech

Realitě běžného provozu bližší jsou měření na simulátorech jízdy, na nichž lze navozovat různé scénáře a vizuální podněty a zkoumaná osoba je nucena ovládat stejné prvky, jako při skutečné jízdě s vozidlem, tj. pedál akceleraace, pedál brzdy a volant, a to s odpovídající odezvou. Významnou výhodou měření na simulátorech je zejména bezpečnost, opakovatelnost, již zmíněná možnost navozování vhodných situací nebo široká využitelnost výpočetní techniky, která se nemusí omezovat na specializovaná zařízení potřebná při provádění jízdních zkoušek. Na obrázku č. 14 je zachycen simulátor, použitý při výzkumu reakčních dob a na obrázku č. 15 je ukázka průběhu měření na simulátoru. [20]



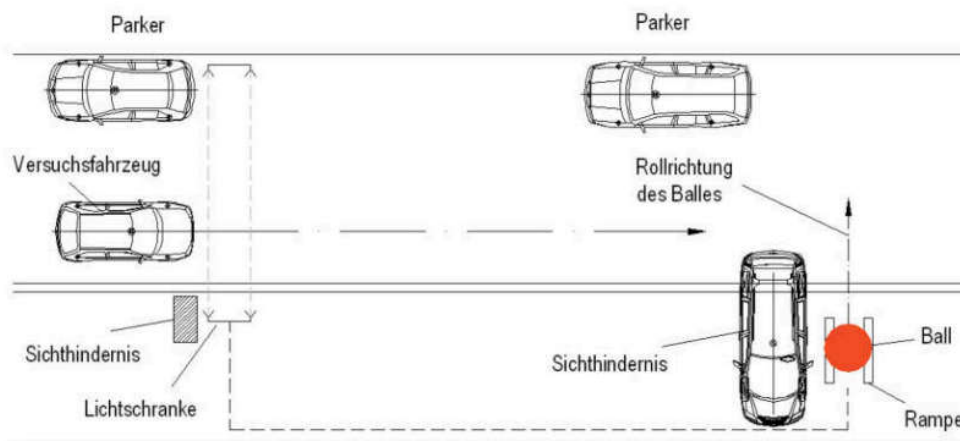
Obrázek 14 – Simulátor na měření reakčních dob



Obrázek 15 – Průběh měření na simulátoru reakčních dob

4.4.3 Jízdní zkoušky

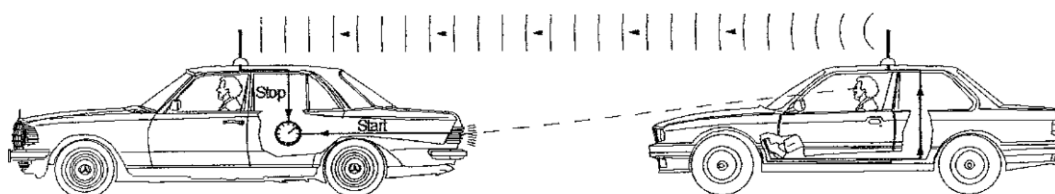
Jízdní zkoušky mohou být prováděny na zkušebních drahách nebo v podmínkách běžného provozu. Zpravidla se jedná o zinscenování nehodové situace (Obrázek 16 a 17) nebo vytvoření definovaného podnětu, na který má řidič reagovat. Mezi nejjednodušší a současně zřejmě nejčastěji používaná patří měření, při němž se pohybuje dvojice vozidel za sebou a úkolem řidiče druhého vozidla je reagovat na rozsvěcování brzdových světel vozidla jedoucího vpředu, jak je schematicky znázorněno na obrázku č. 18. Uvedená metoda je použitelná při jízdě na uzavřené zkušební dráze (s brzděním v souladu s definovaným programem měření) nebo i v běžném silničním provozu, kdy první jedoucí vozidlo reaguje na reálnou provozní situaci, jakou je například přibližování ke křižovatce, vstup chodce do vozovky, snižování rychlosti jiným účastníkem provozu atd. [20]



Obrázek 16 - Inscenace nehodového děje při jízdě zkoušce [35]



Obrázek 17 – Ukázka praktické inscenace nehodového děje při jízdě zkoušce [35]



Obrázek 18 – Měření za pomoci vpředu jedoucího vozidla a reakce na rozsvícení jeho brzdových světel [36]

4.4.4 Pozorování v běžném provozu

Zjišťování časů reakcí pozorováním v podmínkách běžného provozu připadá v úvahu zejména s využitím kamerové techniky, a to nejčastěji na křižovatkách či frekventovaných přechodech pro chodce, kde často dochází ke vzniku kolizních situací nebo nehod. Obrovskou výhodou tohoto způsobu zkoumání je, že řidiči se pohybují ve skutečných vozidlech v podmínkách skutečného provozu, bez jakékoliv vědomosti o tom, že by byli objektem zkoumání. Na druhou stranu, vadou této metody je problematické stanovení počátku vzniku ohrožení, tj. možného počátku běhu řidičovy reakční doby, obtížné může být rovněž stanovení konce času reakce. [12] [20]

5 DOSAVADNÍ VÝZKUMY

5.1 VÝZKUMY ZABÝVAJÍCÍ SE REAKČNÍ DOBOU OBECNĚ

Jeden z prvních výzkumů zabývajících se problematikou reakční doby řidičů byl pravděpodobně proveden v roce 1931 v Německu Jantem [13]. Průzkum proběhl za účasti šedesátky většinou závodních jezdců, jako reakční podnět byl určen povel stop. Časy reakcí se pohybovali v rozmezí 0,3 s až 2,5 s, se střední hodnotou 0,96 s zaokrouhlenou na 1,0 s. Tato hodnota se používala a vycházelo se z ní až do poloviny sedmdesátých let. [20]

Poměrně přehledně je problematika reakčních dob shrnuta v literatuře kolektivu autorů z Polského Krakova [14], z níž lze pro praktickou práci čerpat podklady pro široké spektrum situací analyzovaných dopravních nehod. Mezi zde uváděné výsledky patří zejména hodnoty naměřené na Berlínské technické universitě Hartmannem [15] který mj. uvádí rozdílné reakční doby v denní a noční době, a to v rozmezí 0,35 s až 1,4 s v denní době a 0,4 s až 1,8 s v noční době. Pro nekontrastní překážky byl čas reakcí v noční době delší než v denní době, avšak v případě, kdy signálem byla „stop“ světla vpředu jedoucího vozidla, hodnoty času reakcí v noci byly kratší než ve dne. [20]

Při experimentálních měřeních jsou řidiči zpravidla obeznámeni o probíhající zkoušce a o jejím předmětu, kdy tato znalost do jisté míry znamená připravenost řidiče na objevení se překážky či reakčního podnětu. Zjišťování hodnot reakčních časů v návaznosti na míře překvapení se zabýval Olson [14], kdy zkoušení řidiči byli informováni, že cílem jízdy je trénink před zkoušením pneumatik. V jednom okamžiku pak byli vystaveni situaci, na niž museli prudce reagovat. V dalším cyklu zkoušek byli řidiči informováni o možnosti objevení se překážky na jednom z okruhů trasy, avšak značná doba do jejího objevení snižovala jejich pozornost. U stejné skupiny řidičů pak byla zjišťována jejich prostá reakce na rozsvícení světla. Hodnoty času reakcí se pohybovaly v rozmezí 0,7 až 0,9 s na prostý signál, 1,0 až 1,2 s na očekávanou situaci a 1,3 až 1,5 s na neočekávanou situaci. [20]

Dobu reakcí řidičů na pohyblivé překážky (figuríny) vystřelované před projíždějící automobil publikoval německý Zomotor [16], zjištěné časy reakcí se pohybovaly v rozmezí od 0,25 s po 1,43 s, kdy jako doba reakce byla definována doba od reakčního podnětu po začátek nárůstu tlaku v brzdách vozidla, nebo po první pohyb volantem. Měření reakcí bylo prováděno i na stacionárním zařízení, na němž měl řidič na zvukový signál nebo na rozsvícení světla sejmout nohu z pedálu „akcelerační“ a přesunout ji na pedál „brzdový“. Výsledky

měření nebyly v žádné korelaci s výsledky provedenými na zkušební dráze. Zomotor rovněž zdůraznil, že v silniční dopravě nelze vycházet z požadavku průměrné doby reakce rovné jedné sekundě, kdy v reálné dopravní situaci není možné podmínky pro vnímání a intenzitu reakčních podnětů exaktně stanovit a proto doby reakce pro účely analýzy dopravních nehod musí být posuzovány v širokém rozsahu. [20]

Závislost doby reakce na úhlu pohledu řidiče na překážku v době vytvoření reakčního podnětu se objevila v práci Burkhardta [17], který pro přímé pozorování uváděl dobu reakce 0,58 s až 0,99 s, pro úhly odklonění do 5° 1,02 až 1,48 s a pro úhly odklonění pohledu nad 5° rozmezí od 1,11 s až 1,62 s. [20]

Stańczyk a Jurecki [12] se ve své práci zabývali kromě jiného závislostí získaných času reakcí na použité metodě, výzkumném scénáři a faktoru označovaném jako stupeň ohrožení. Jejich výzkumy byly prováděny jednak na zkušební dráze, jednak na simulátoru jízdy. Z provedených měření vyplývá, že

- na získané hodnoty časů reakce má značný vliv použitá metoda měření. Časy získané na zkušební dráze a simulátoru se zásadním způsobem liší od časů získaných při laboratorních měřeních v rámci psychotechnických výzkumů. Z uvedeného důvodu je konstatována nevhodnost použití výsledků laboratorních měření při analýze dopravních nehod
- k výraznému nárůstu času reakce dochází s nárůstem složitosti situace,
- na dobu reakce řidiče má vliv tzv. „čas rizika“, definovaný jako čas, kterým řidič disponuje od okamžiku zpozorování překážky do případného střetu. Závislost času reakce na času rizika je možno interpretovat tak, že řidič se po vyhodnocení situace nerozhoduje dle své rychlosti nebo vzdálenosti od překážky, nýbrž na základě povědomí o času, kterým disponuje na přijetí rozhodnutí a reakci [20]

Soulad závěrů Stańczyka a Jureckého [12] o nevhodnosti použití výsledků laboratorních měření při analýze dopravních nehod lze demonstrovat na výsledcích měření prostých reakčních časů v práci, kterou publikoval Horváth [18], v níž jsou srovnávány reakční časy policistů a civilních osob při reakci na jednoduchý optický podnět - dosažené výsledky se pohybovaly v rozpětí od 0,207 s po 0,351 s. [20]

Rozsáhlá měření reakčních dob v závislosti na ovlivnění zkoumaných osob alkoholem provedl ve své disertační práci na Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně Ptáček [19], dle jehož závěrů mohou automobilové výcvikové trenažéry dobře sloužit jako simulátory nebezpečných situací v silničním provozu, bez rizika mimořádných událostí. Jeho výsledky na simulátoru zjištěné pro reakce střizlivého řidiče na nečekanou překážku jsou v dobrém souladu s výsledky měření, která byla v zahraničí provedena při jízdních zkouškách. Pro reakci na zrakový podnět následovanou brzděním i řízením vozidla bylo zejména prokázáno, že se stoupající hladinou alkoholu v krvi se prodlužují doby reakce a snižuje se rozpětí mezi nejkratší a nejdelší dobou, která připadá v úvahu. [20]

Současný stav poznatků shrnuje přehledně ve své publikaci Bradáč [3], kdy jím uváděnou tabulku (v kapitole 3.1) reakčních dob a dob odezvy vozidla je možno považovat za standardní pomůcku použitelnou pro analýzu dopravních nehod. Z přehledného vyobrazení je zřejmé, že doby reakcí řidičů jsou uváděny v návaznosti na jeden, a to optický podnět a jeho polohu vůči směru pohledu oka. [20]

Výše uvedené práce se liší zejména použitou metodou, vnějšími podmínkami měření (běžný silniční provoz nebo od provozu oddělená zkušební dráha, denní či noční doba, vozidlový simulátor, laboratorní měření), v zásadě však kvantifikují dobu reakce v závislosti na jednom, zpravidla optickém podnětu. Předpokladem pro dosažení věrohodných výsledků se pak jeví potřeba provádění měření na reálném vozidle za podmínek blízkých nebo odpovídajících běžnému silničnímu provozu. [20]

5.2 VÝZKUMY ZABÝVAJÍCÍ SE REAKČNÍ DOBOU PŘI POUŽÍVÁNÍ TELEFONŮ A JINÝCH TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Vliv rušivých vlivů na reakci řidiče, mj. i při používání mobilních telefonů za jízdy s držením telefonu v ruce, je uveden v literatuře [14], kde jsou shrnuty výsledky simulačních měření reakcí na několik typů nebezpečných situací a tyto srovnány se stejnými situacemi bez používání mobilního telefonu. Z provedených měření zejména vyplynulo, že při používání mobilních telefonů dochází k prodlužování reakčních časů, a to až o 40 %. [20]

Zahraniční výzkumy, provedené v USA v Utahu a v Kanadě prokázaly, že používání sady handsfree a telefonování s držením telefonního přístroje v ruce má srovnatelný vliv na reakční dobu řidičů. Při telefonování se zvětšuje psychická složka reakce.

V České republice se vlivem na reakční dobu při telefonování za jízdy zabýval Ing. Aleš Kaplánek [20] na Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně ve své disertační práci na téma Analýza reakcí řidičů na složené podněty. Ing. Kaplánek ve své práci zjišťoval hodnoty reakcí na různé podněty, optické, mechanické i zvukové. Výsledkem práce bylo zjištění, že statická měření, při nichž je zkoumaná osoba zaměřena pouze na reakční podnět, nejsou k získávání podkladů k analýze dopravních nehod příliš vhodná a mohou vést k očekávání neadekvátně krátkých reakčních dob. Při jízdách zkouškách však již ke zkreslování výsledků tolik nedocházelo a potvrdily se již používané hodnoty reakčních dob. Při měření reakčních dob s telefonováním bylo zjištěno, že se zvýší všechny sledované parametry při všech provozních režimech, především výrazně narůstá hodnota dosahovaných reakčních časů. Dolní hranice reakčních časů se ve všech případech prodloužili o 0,1 s, u maximálních hodnot se jednalo až o celé sekundy. Uvedené skutečnosti vysvětluje Kaplánek [20] krátkodobou ztrátou pozornosti při soustředění na obsah probíhajícího hovoru, nikoliv na sledování provozní situace.

6 EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ REAKČNÍ DOBY

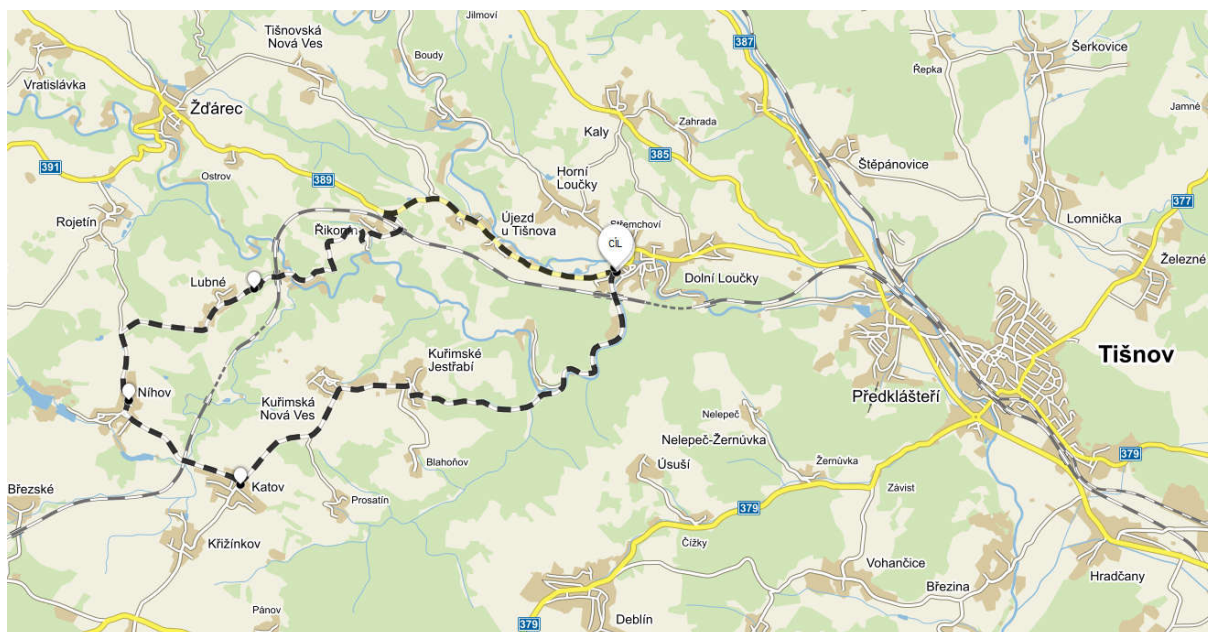
Mobilní telefon je nejčastějším technickým zařízením používaným řidiči během jízdy v automobilu. Proto v experimentální části práce je zaměřena pozornost především na mobilní telefony, na telefonování s použitím handsfree a práci s mobilním telefonem. Byla provedena měření při běžné jízdě, při telefonování pomocí handsfree a v jednom případě při psaní zprávy.

Experimentální měření reakční doby proběhlo v běžném provozu na silnicích druhých a třetích tříd s ohledem na bezpečnost. Bylo měřeno pomocí zařízení Eye tracker a běžnou auto kamerou, reakčním podnětem byl červený světelný signál umístění na vozidle v různé vzdálenosti od zorného pole, konec měření reakční doby dán rozsvícením brzdových světel.

6.1 POLYGON, VOZIDLO A POUŽITÉ PŘÍSTROJE

6.1.1 Zkušební polygon

Jako zkušební polygon, na kterém probíhalo měření, byly zvoleny, s ohledem na reálnost měření v provozu a bezpečnost, silnice druhých a třetích tříd na severozápadní hranici Jihomoravského kraje s krajem Vysočina poblíž města Tišnov. Začátek měřeného okruhu byl v obci Dolní Loučky, z Dolních Louček po silnici třetí třídy č. 3795 přes Kuřimské Jestřabí a Kuřimskou Novou Ves do obce Katov, z ní po silnici třetí třídy č. 3796 a 3915 přes obec Níhov, Lubné a Říkonín, kde se silnice č. 3915 napojuje na silnici druhé třídy č. 389 přes Újezd u Tišnova zpět do Dolních Louček. Zkušební polygon má délku 19,9 km a průjezd polygonem trval okolo 30 minut. Zkušební polygon vede převážně lesními úseky. Mapa a poloha zkušebního polygonu je znázorněna na obrázku č. 19.



Obrázek 19 – Zkušební polygon

6.1.2 Zkušební vozidlo

Jako zkušební vozidlo, ve kterém probíhaly jízdní zkoušky, bylo vybráno vozidlo Fiat Grande Punto roku výroby 2006. Z důvodů nutného zásahu do brzdových světel a instalace světel reakčních podnětů bylo vybráno vozidlo starší a jednodušší, které však nemá moderní prvky jako infotainment s dotykovým displejem a bluetooth. Zkušební vozidlo je zobrazeno na obrázku č. 20, parametry zkušebního vozidla jsou uvedeny v tabulce 5.



Obrázek 20 – Zkušební vozidlo

Tabulka 5 – Parametry zkušebního vozidla

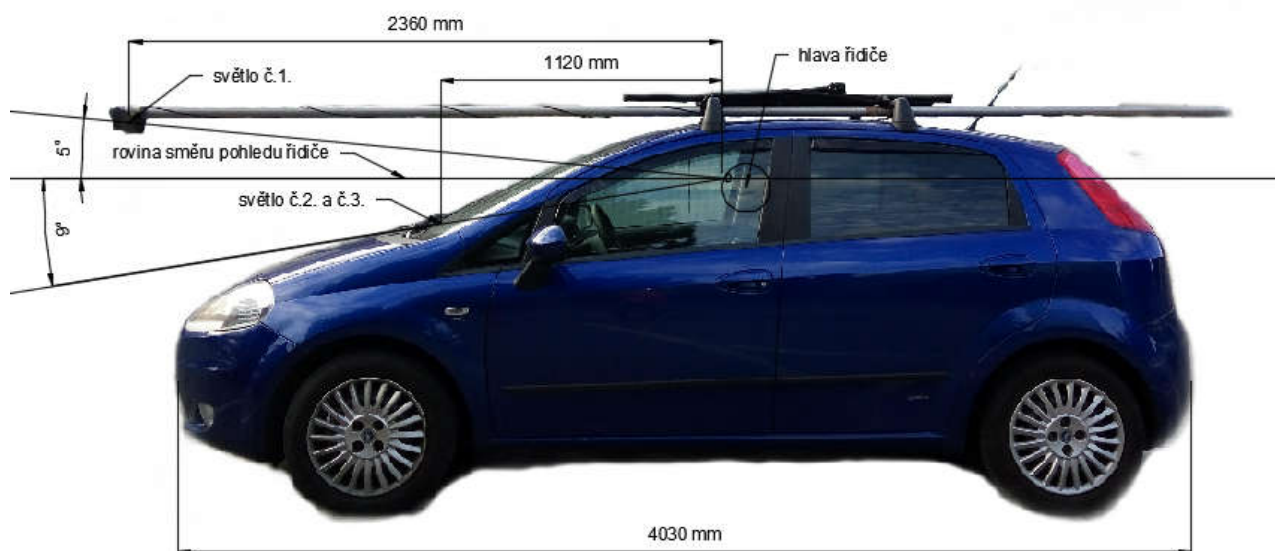
Značka a typ vozidla:		<i>Fiat 199 varianta BXA1A 01 (obchodní označení: Fiat Punto 1.2), modrá metalíza</i>
Datum prvního uvedení do provozu:		<i>4. 12. 2006</i>
Druh vozidla:		<i>osobní automobil</i>
Druh karoserie:		<i>hatchback</i>
Motor	Druh motoru	<i>Zážehový</i>
	Vrtání a zdvih	<i>70,8 x 78,9</i>
	Počet válců / ventilů	<i>4/8</i>
	Objem [cm³]	<i>1242</i>
	Největší výkon [kW/min-1]	<i>48/5500</i>
	Největší točivý moment [Nm]	<i>102/3000</i>
Počet náprav a pohon:		<i>2 nápravy, přední hnací</i>
Převodovka		<i>5st.manual</i>

Provozní vlastnosti	Nejvyšší rychlost [km/h]	155
	Zrychlení z 0 na 100 km/h [s]	14,5
	Spotřeba - městský cyklus [l/100km]	7,5
	Spotřeba - mimo město [l/100km]	4,9
	Spotřeba - kombinovaná [l/100km]	5,9
	Emise CO2 [g/km]	139
	Plněný emisní předpis	EU4
Provozní hmotnost [kg]		1030 5dv.
Objem zavazadlového prostoru (l)		275
Objem nádrže (cca l)		45
Vnější rozměry	Výška [mm]	1490
	Délka [mm]	4030
	Šířka [mm]	1687
	Rozvor [mm]	2510
	Rozchod vpředu [mm]	1473
	Rozchod vzadu [mm]	1466
	Pneumatiky rozměr	175/65 R15 88T

6.1.3 Úpravy na vozidle

Na vozidlo byla do zorného pole řidiče instalována červená světla dle obrázku. Reakčním podnětem bylo sepnutí kteréhokoliv ze světel. Světlo č. 1 bylo umístěno na tyč připevněnou na střešní nosič automobilu ve vodorovné vzdálenosti 2,36 metrů od očí řidiče. Světlo č. 2 bylo umístěno u A sloupku v levém spodním rohu čelního okna ve vodorovné vzdálenosti 1,12 metrů od očí řidiče a ve vzdálenosti 0,827 metrů od svislé osy pohledu očí řidiče. Světlo č. 3 bylo umístěno na střed palubní desky na spodní okraj čelního okna automobilu ve vzdálenosti 0,645 metrů od svislé osy pohledu očí řidiče. Světelný signál č. 1 je v úhlu 5° od vodorovného směru pohledu očí řidiče. Světelný signál č. 2 a 3 je v úhlu 9° od

vodorovného směru pohledu očí řidiče. Úhly a vzdálenosti světel jsou znázorněny na obrázku č. 21 a 23.



Obrázek 21 - Polohy světel reakčních podnětů na zkušebním vozidle

Zapínání světelných signálů bylo vyřešeno na panelu s přepínači umístěného u sedadla spolujezdce. Ovladač s přepínači je zobrazen na obrázku č. 22.



Obrázek 22 – Ovladač k zapínání reakčních podnětů

Jako ukončení měření reakční doby bylo zvoleno rozsvícení žárovky napojené na brzdovou soustavu vozidla. Byla použita standartní 12 V žárovka používaná jako podsvícení přepínačů na palubní desce vozidla. Žárovka byla napojena na levé zadní brzdové světlo a vyvedena doprostřed palubní desky vozidla. Při počátku brzdění řidiče došlo k rozsvícení žárovky a zaznamenání konce měření reakční doby kamerou (Eye tracker, palubní kamera). Umístění žárovky je zaznamenáno na obrázku č. 23.



Obrázek 23 – Umístění světel reakčních podnětů a kontrolky sešlápnutí brzdového pedálu z pohledu řidiče

6.1.4 Snímací zařízení

Pro měření reakčních dob bylo využito zařízení Eye tracker vypůjčeného na Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně. Po počátečních problémech s měřením zařízením Eye tracker bylo využito v některých měřeních také standartní auto kamery používané ve voze jako černá skříňka (viz kapitola 3.4).

Eye tracker

Jak už anglický název napovídá, eye tracker, je zařízení pro sledování pohybu očí. Sledování pohledu očí je využíváno v mnoha oblastech, v medicíně (např. diagnostika mentálních poruch), ve výzkumech pozornosti, v marketingu (např. návrhy obalů, reklamy, ...), ve vztahu člověka a počítače (např. vizuální uspořádání počítačových rozhraní, vývoj webových stránek, ...) až po oblast dopravy a automobilového průmyslu kde je sledování pohybu očí významným prvkem při zvyšování bezpečnosti automobilů a automobilové dopravy (např. ztráta pozornosti, sledování únavy, výzkumy, ...). Mezi nejčastější činnosti při dopravních výzkumech s použitím Eye trackeru patří sledování délky pohledu na jednotlivé

objekty (sledování ostatních vozidel, chodců, délka pohledu na červenou, značky, ...) a také měření reakčních dob. Použitý Eye tracker využíval metodu snímání nazvanou videookulografie, je to skupina metod využívajících videozáznam oka pro určování jeho pohybu. Lze sledovat polohu zornice, snímat infračervený paprsek odražený od oka, sledovat polohu kapilár na sítnici oka nebo porovnávat dva Purkyňovy obrazy. [21] Dalšími metodami sledování pohledu očí jsou mechanické metody, využívající aplikace kontaktních čoček a elektrookulografie založená na měření změn elektrického potenciálu pomocí elektrod umístěných okolo očí.

Použitý Eye tracker je složen z hlavní kamery, sloužící k zaznamenávání směru pohledu řidiče a sekundární kamery natočené na oko a sledující pohyb zornice oka. Hlavní výhodou, pro kterou byl využit Eye tracker při měření reakční doby je možnost přibližného rozdělení reakční doby na fáze:

- před zafixováním pohledu na reakční podnět – optická reakce
- délka pohledu na reakční podnět – psychická reakce
- doba do rozsvícení kontrolky brzdění – svalová reakce

Pro měření reakční doby byl využit Eye tracker zapůjčený na Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně od společnosti PUPIL LABS [22] dle obrázku č. 24. Jako hlavní kamera byla využita kamera s vysokým rozlišením se snímkovací frekvencí 30 Hz. Jako sekundární, oční kamera byla využita kamera s rozlišením 640x480 pixelů a snímkovací frekvencí 30 Hz. Parametry kamer jsou znázorněny v tabulce 6.

Tabulka 6 – Parametry kamer Eye trackeru

kamera	World Camera - hlavní	Eye Camera - oční
sensor	1910x1080 @30fps	640x480 @30fps
zorné pole (fov)	90° diagonální s automatickým zaostřováním	nespecifikováno
osvětlení	ne	IR kamera s IR osvětlením
latence	127,7 ms	35,6 ms
zvuk	Nahrávání zvuku s vestavěnými stereo reproduktory	ne



Obrázek 24 – Eye tracker PUPIL LABS

Měření se zařízením Eye tracker je znázorněno na obrázku č. 25. Měření bylo zaznamenáváno pomocí notebooku (ASUS TP300L) s nainstalovaným virtualizovaným operačním systémem Linux Mint a ovládacím a záznamovým programem poskytovaným jako open source společností PUPIL LABS [22] s názvem Pupil Capture. Pomocí programu Pupil Capture je provedena kalibrace pomocí k tomu určenému terčíku a nastaveny parametry záznamu. Záznamový program obsahuje dvě okna, v hlavním okně pohled řidiče s bodem pohledu očí řidiče a nastavením a druhé menší okno zobrazuje čočku řidiče. Konečná zkušební videa pro vyhodnocení jsou vytvořena pomocí programu Pupil Player, ve kterém se pořízená videa čočky oka řidiče a pohledu řidiče spojí do jednoho videa obsahujícího pohled řidiče a červenou tečkou označené místo zaostření zornice řidiče.



Obrázek 25 – Měření s Eye trackerem a notebookem se záznamovým softwarem Pupil Capture

Standartní auto kamera

Z důvodu několika chybných měření a nízké snímkovací frekvenci eye trackeru u konečných videí, bylo u některých měření využito standartní kamery používané ve zkoušeném automobilu jako auto kamera. Kamera byla umístěna dle obrázku na zpětném zrcátku automobilu tak, aby všechna světla reakčních podnětů i světlo sešlápnutí brzdového pedálu byli v zorném poli kamery dle obrázku č. 26. Na kameře byl nastaven neomezený

záznam na paměťovou kartu ovládaný stisknutím záznamového tlačítka a nastavena nejnižší velikost záznamu 640x480 pixelů a snímkovací frekvence 60Hz. Nižším rozlišením záznamu bylo dosaženo menší velikosti souborů a jednodušší práci s daty při stejné schopnosti rozlišení sepnutí světelných signálů. Při vyhodnocování v programu Virtual Dub byla snímkovací frekvence a přesnost daleko vyšší než při použití Eye trackeru.



Obrázek 26 – Použitá kamera s reakčními podněty a kontrolkou sešlápnutí brzdového pedálu

6.1.5 Zařízení pro telefonování

K měření reakční doby při telefonování byl využit standartní mobilní telefon (Xiaomi Redmi Note 2) vsunutý do držáku na palubní desce a připojený přes rozhraní bluetooth k externímu handsfree (Jabra DRIVE) umístěnému na sluneční cloně řidiče dle obrázku č. 27. Zařízení umožňuje komunikaci řidiče s volanou osobou bez nutnosti držet mobilní telefon v ruce (viz kapitola 3.2).



Obrázek 27 – Použité bluetooth handsfree Jabra DRIVE

6.2 POSTUP MĚŘENÍ

V následující kapitole je popsán postup měření začínající seznámením probanda (testovaného řidiče) se samotným průběhem zkušební jízdy.

- 1) Seznámení probandů s postupem měření, poučení probandů o bezpečnosti zkušební jízdy.
- 2) Seznámení probandů se zkušebním vozidlem, seřízení sedadla, volantu a zrcátek.
- 3) Nastavení měřících zařízení, nasazení Eye trackeru, zapojení do PC, kontrola viditelnosti zornice a její seřízení na Eye trackeru, kalibrace Eye trackeru. V případě použití kamery seřízení směru snímání, odzkoušení viditelnosti světelných podnětů a kontrolky sešlápnutí brzdového pedálu.
- 4) Zkušební jízda je prováděna na předem určeném polygonu dle kapitoly 6.1.1. Všichni probandi projedou zkušební trasu, v první části je změřena jejich reakční doba při běžné jízdě, v druhé části trasy při telefonování pomocí bluetooth handsfree a v případě souhlasu zkoušeného řidiče při psaní zprávy.

- 5) Po kalibraci měřících zařízení a přejezdu na začátek testovacího úseku je zapnuto záznamové zařízení a zahájena jízda.
- 6) Prvním měřením je měření běžné reakční doby. Řidiči jsou v nepravidelných intervalech pouštěny červené reakční podněty, na jejichž sepnutí reaguje brzděním. Při spínání světel reakčních podnětů je nutné hlídat bezpečnost provozu, v případě jízdy jiného automobilu za zkoušeným vozidlem je nutné zkoušku přerušit a nechat vozidlo předjet či na nejbližším vhodném místě zastavit. Poté je možné ve zkoušce pokračovat.
- 7) V druhé části testovací trasy je provedeno měření reakcí řidičů při telefonování přes bluetooth handsfree. Testovaný řidič se věnuje telefonickému rozhovoru s předem domluveným pomocníkem, který má připravenou sadu otázek na různá témata a snaží se rozhovorem co nejvíce zaujmout řidiče. Typy otázek na řidiče:
 - a. Otázky na počítání (např. malá násobilka, ...)
 - b. Otázky z českého jazyka (např. vyjmenovat vyjmenovaná slova, ...)
 - c. Zopakovat úryvek básně
 - d. Běžné otázky (např. co jsi měl na oběd?, jaký je tvůj oblíbený film, jídlo a proč?, ...)

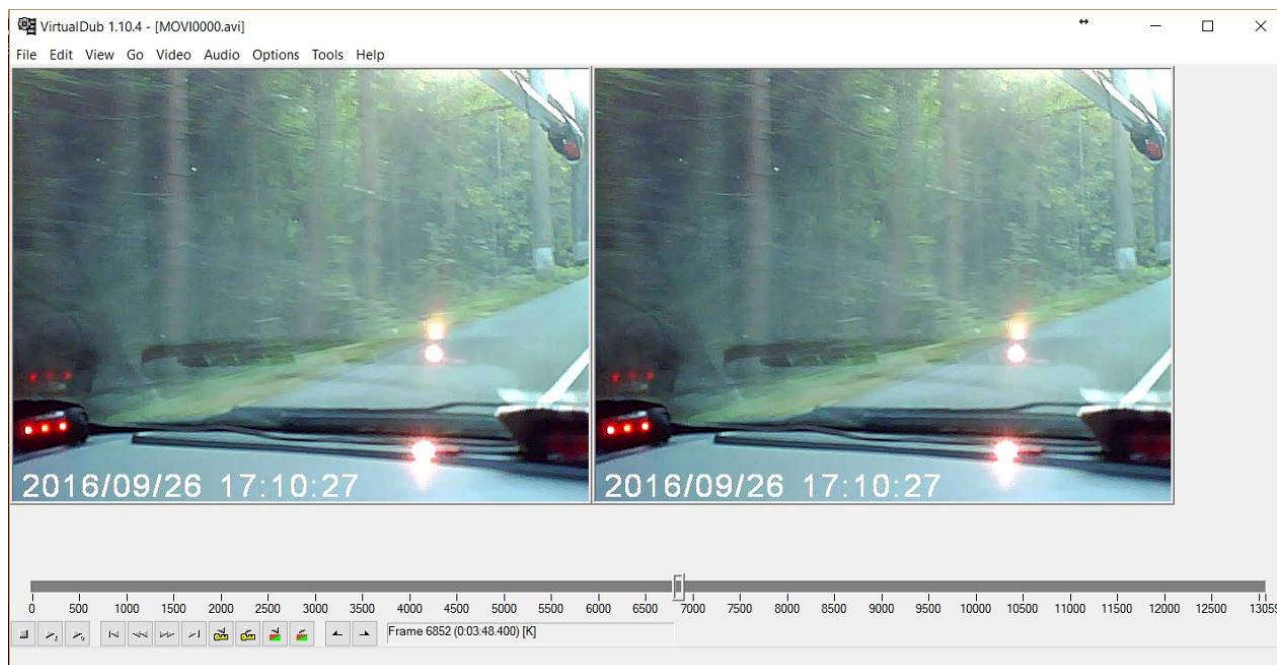
Řidiči jsou v nepravidelných intervalech pouštěny červené reakční podněty, na jejichž sepnutí reaguje brzděním.
- 8) V závěrečné části testované trasy je změřena reakční doba řidičů, kteří souhlasí se zkušebním měřením při psaní textové zprávy na mobilním telefonu. Testovaný řidič na telefonu napíše zprávu: „Ahoj, zkouším napsat zprávu z mobilního telefonu za jízdy pro výzkumu reakčních dob.“ A zprávu odešle na číslo z předchozího telefonátu.
- 9) Poté je měření ukončeno, vypnuta záznamová zařízení a uložena data pro následné zpracování. Každý ze zkoušených řidičů je podroben jednoduchému dotazníku (Tabulka 7) zahrnujícímu:
 - a. Věk a pohlaví řidiče

- b. Zkušenosti řidiče (počet km za rok, jak dlouho vlastní řidičský průkaz, jaký si myslí, že je řidič – číselné ohodnocení dle tabulky)
- c. Subjektivní pocit z jízdy (rozdíl mezi telefonováním, psaní zprávy a běžnou jízdou)
- d. Případné další poznámky k jízdě

6.3 POSTUP ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT

V následující kapitole je popsán postup vyhodnocení naměřených dat, od rozboru zaznamenaných jízd, až po jednotlivé časy reakcí a vytvoření statistik z naměřených dat.

- 1) Zpracování naměřených dat je provedeno v počítači. V případě použití Eye trackeru jsou zaznamenaná videa propojena použitím programu Pupil Capture v jedno video se zobrazením místa pohledu řidiče.
- 2) Následně vzniklé video je stejně jako video z běžné kamery spuštěno v programu VirtualDub, který umožňuje posuv ve videu po jednotlivých snímcích (obrázek 28).



Obrázek 28 – VirtualDub – rozbor videa po snímku

- 3) Pro každého řidiče je vytvořen soubor v aplikaci Excel, do které je do tabulky (Tabulka 7) zaznamenávána hodnota okamžiku rozsvícení světla reakčního

podnětu a okamžik rozsvícení kontrolky sešlápnutí brzdového pedálu. Dále je zaznamenáno, na které světlo řidič reagoval (světlo 1, 2 a 3) s případnou poznámkou (těsně před zatáčkou – řidič už se chystal brzdít, oslnění sluncem, jízda z kopce s nohou na brzdě, ...)

Tabulka 7 – Ukázka záznamu o jízdě řidiče a výpočet reakcí v Excelu

Řidič (poř. č.):	1			
pohlaví:	žena			
věk:	29			
zkušenosti řidiče	počet km za rok:	3000	km	
	řidičský průkaz:	3	roky	
	hodnocení řidiče:	2/5		
pocit z jízdy:	zábava, při telefonování horší, snaha víc se soustředit na světelné signály než na okolní provoz a hovor			
další poznámky:	jízda za šera - lepší viditelnost signálu, jasno, bezvětrí			
normální jízda				
čas začátku reakce	čas konce reakce	reakce	světlo	poznámka
00:12,367	00:13,133	00:00,766	2	
01:00,033	01:01,067	00:01,034	1	
01:21,233	01:22,067	00:00,834	1	
02:23,933	02:24,567	00:00,634	2	
03:16,067	03:16,833	00:00,766	1	
	průměr	00:00,807		
	medián	00:00,766		

- 4) V tabulce 7 jsou dále spočítány časové rozdíly mezi rozsvícením kontrolky sešlápnutí brzdového pedálu a počátkem rozsvícení světla reakčního podnětu.

- 5) Nakonec jsou vyhodnoceny statistiky jednotlivých řidičů, aritmetické průměry reakcí, medián [23], celkové statistiky při běžné jízdě a telefonování, rozdíl mezi muži a ženami, rozdíly dle řidičských zkušeností a věku, případná další zjištění.

7 ANALÝZA VÝSLEDKŮ

Na zkušebním polygonu bylo provedeno celkem 12 měření. Měření se zúčastnilo 10 řidičů ve věku 21 až 63 let, z toho 6 mužů a 4 ženy. Po počátečních problémech se zařízením Eye tracker bylo nutné dvě měření vyřadit a u dvou řidičů měření zopakovat. Výhodou zařízení Eye tracker je možnost rozlišení jednotlivých složek reakce, zařízení má však také několik nevýhod, které jsou shrnuty v následujících bodech:

- Složitější instalace na Linuxový systém, snaha o provozování v MS Windows byla neúspěšná. Na virtualizovaném systému Linux Mint občasné pády programu a problém s odpojováním kamer.
- Při dvou zkušebních jízdách odpojení oční kamery patrně z důvodu špatného kontaktu USB a přerušení celého záznamu po pádu celé aplikace.
- Nutnost velmi přesné kalibrace, nebylo možné rozeznat jednotlivé složky reakce jako délku pohledu na rozsvícený světelný signál.
- Konečné hotové video vzniklé spojením primární a sekundární kamery snížilo počet snímků za sekundu, snímky byly rozlišitelné na 0,1 s. Použití běžné auto kamery umožnilo rozlišení snímků po 0,03 s.

Z důvodu problémů s Eye trackerem byli využity především výsledky měření pomocí auto kamery. U devíti z deseti použitelných měření byla využita auto kamera, v jednom případě výsledky z Eye trackeru s nižší snímkovací frekvencí.

Výsledky měření je třeba hodnotit jak individuálně tak z celkového pohledu, proto je kapitola analýzy výsledků rozdělena do dvou částí.

7.1 VÝSLEDKY JEDNOTLIVÝCH ŘIDIČŮ

V následující kapitole jsou rozebrány výsledky jednotlivých řidičů. U každého z řidičů je spočítán aritmetický průměr a medián reakční doby. Reakční doby jsou brány s ohledem na podmínky měření, u několika řidičů došlo k oslnění sluncem, tyto reakční doby jsou vyhodnoceny zvlášť, do porovnání hodnot mezi běžnou jízdou a řízením jsou brány pouze výsledky ničím neovlivněné. U každého z řidičů je popsán věk, pohlaví, jízdní zkušenosti, subjektivní pocit z jízdy a další poznámky. Zdravotní stav všech řidičů byl dobrý, žádný z řidičů neměl problémy se zrakem, nenosil brýle ani kontaktní čočky.

Řidič č. 1 – žena, 29 let

Řidičem č. 1 byla žena ve věku 29 let vlastníci řidičský průkaz 3 roky, svůj roční nájezd km odhaduje na 3 000 – 4 000 km, cítí se jako dobrá řidička bez větší praxe, proto by se ohodnotila na stupnici od 1 (nejhorší) – 5 (nejlepší) známkou 2.

Řidička měla při jízdě pocit, že se více soustředí na světelné signály než na konkrétní jízdu. Jízda proběhla za horších světelných podmínek, proto bylo rozsvícení signálu dobře patrné. Reakce na různá světla byla přibližně stejná. Dle vlastního názoru měla řidička největší problém se světlem č. 1 umístěným na tyči před automobilem. Dle názoru řidičky byla jízda s telefonováním mnohem horší než běžná jízda, na psaní zprávy za jízdy si řidička netroufla.

Měření proběhlo pomocí auto kamery, řidička reagovala na světelné signály dobře, při jízdě s telefonováním byli hodnoty dost podobné jako bez telefonování, v jednom případě řidička zabraná do hovoru zareagovala až po 5 sekundách. Aritmetický průměr, medián a rozdíly hodnot mezi telefonováním a běžnou jízdou jsou zaznamenány v tabulce 8.

Tabulka 8 – řidič č. 1

Řidič č. 1	Normální jízda	Jízda s telefonováním	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,807	1,098	0,291
Medián	0,766	0,834	0,068

Řidič č. 2 – muž, 29 let

Řidičem č. 2 byl muž ve věku 29 let, vlastní řidičský průkaz od svých 18 let, roční nájezd km nedovede odhadnout, dříve jezdil často, ale teď dlouho nejezdil. Odhaduje se za dobrého řidiče, není to pasivní řidič, rád jezdí rychleji. Na stupnici od 1 (nejhorší) – 5 (nejlepší) by se hodnotil známkou 3 - 4.

Řidič se snažil soustředit především na jízdu, zvolil svižné tempo, světelné signály se snažil vnímat periferně. Jízda proběhla za dobrých světelných podmínek, jízda byla plynulá, reakce na různé světelné podněty přibližně stejná. Řidič uvedl, že při telefonování neměl takovou jistotu jako při běžné jízdě, pocitově mu přišli reakce daleko horší. Na závěr trasy chtěl vyzkoušet změření reakční doby při psaní zprávy, dle jeho názoru psal zprávu několikanásobně delší dobu než bez řízení, snažil se soustředit na cestu, proto jsou jeho reakce značně rozdílné.

Záznam měření proběhl pomocí auto kamery. Při běžné jízdě se reakční doba řidiče pohybovala v rozmezí 0,5 až 0,8 s. Na závěr jízdy řidiče oslnilo slunce a reagoval s reakční dobou 1 s, tato hodnota byla ze souboru hodnot odstraněna. Při jízdě s telefonováním se hodnoty reakční doby dost měnily, pohybovali se mezi 0,7 a 1,4 sekundami. Aritmetický průměr, medián a rozdíly hodnot mezi telefonováním a běžnou jízdou jsou zaznamenány v tabulce 9.

Tabulka 9 – řidič č. 2

Řidič č. 2	Normální jízda	Jízda s telefonováním	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,617	0,910	0,293
Medián [s]	0,600	0,850	0,250

V posledním úseku, kdy se řidič snažil napsat zprávu, se hodnoty reakční doby pohybovaly od 0,566 do 2,000 sekund. Průměrná aritmetická hodnota reakční doby při psaní zprávy je **1,147 s** a je o **0,530 s vyšší než při běžné jízdě** a o **0,237 s vyšší než při telefonování**. Medián hodnot reakční doby při psaní zprávy je **0,900 s** a je o **0,300 s vyšší než při běžné jízdě** a o **0,044 s vyšší než při telefonování**.

Řidič č. 3 – muž, 28 let

Řidičem č. 3 byl muž ve věku 28 let, vlastní řidičský průkaz od svých 18 let, roční nájezd km odhaduje na 6 000 – 7 000 km. Považuje se za běžného řidiče, jezdí klidně, pasivně, snaží se předvídat. Na stupnici od 1 (nejhorší) – 5 (nejlepší) by se hodnotil známkou 3.

Řidič zvolil rozumné tempo, soustředil se především na projížděnou komunikaci, jízda proběhla za zhoršených světelných podmínek, světelné signály byli dobře vidět, u reakcí není patrný velký rozptyl. Hodnota reakcí na různé světelné signály je podobná. S řidičem jel ve voze již připravený další řidič, který průběžně s řidičem vozidla komunikoval, což mohlo ovlivnit výsledek a rozdíl při telefonování. Řidič osobně nerad telefonuje v automobilu, očekával, že bude mít daleko horší reakční dobu než při běžné jízdě. Psát zprávu za jízdy si řidič vzhledem k členitosti trasy netroufl.

Záznam měření proběhl pomocí auto kamery. Řidiče patrně ovlivnila přítomnost dalších osob v automobilu, snažil se s nimi komunikovat i při běžné jízdě. Reakce řidiče při

běžné jízdě a při telefonování jsou velmi podobné. Aritmetický průměr, medián a rozdíly hodnot mezi telefonováním a běžnou jízdou jsou zaznamenány v tabulce 10.

Tabulka 10 – řidič č. 3

Řidič č. 3	Normální jízda	Jízda s telefonováním	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,736	0,797	0,061
Medián [s]	0,734	0,734	0,000

Řidič č. 4 – muž, 28 let

Řidičem č. 4 byl muž ve věku 28 let, vlastní řidičský průkaz od svých 18 let, roční nájezd km odhaduje na 10 000 – 15 000 km. Považuje se za dobrého řidiče, jezdí klidně, pasivně, snaží se předvídat. Na stupnici od 1 (nejhorší) – 5 (nejlepší) by se hodnotil známkou 4.

Řidič se snažil jet svižně, spíše si užít jízdu a sledovat silnici, ne jen rozsvěčující se signály. Světelné podmínky byly dobré, na některých místech řidiče oslnilo slunce, dle řidiče to ale nemělo na reakční dobu vliv. Hodnota reakcí na různé světelné signály je podobná. Řidič v závěrečném dotazníku uvedl, že nerad za jízdy komunikuje se spolujezdcem a telefonuje, pocitově mu přijde jeho chování a reakční doba daleko horší. Psát zprávu za jízdy si řidič netroufl.

Záznam měření proběhl pomocí auto kamery. Reakce řidiče při běžné jízdě jsou velmi dobré, pohybují se mezi 0,433 a 0,666 s. Reakce při oslnění sluncem se příliš neliší od ostatních reakcí, do výpočtu však nejsou zahrnuty. Při telefonování se reakce a rozptyl hodnot velmi zvyšuje. Aritmetický průměr, medián a rozdíly hodnot mezi telefonováním a běžnou jízdou jsou zaznamenány v tabulce 11.

Tabulka 11 – řidič č. 4

Řidič č. 4	Normální jízda	Jízda s telefonováním	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,561	0,978	0,417
Medián [s]	0,600	0,867	0,267

Řidič č. 5 – žena, 32 let

Řidičem č. 5 byla žena ve věku 32 let, vlastní řidičský průkaz od svých 22 let, roční nájezd km neuvedla, jezdí velmi málo, 2x do měsíce, převážně kratší trasy v extravilánu. Není příliš zkušeným řidičem, na stupnici od 1 (nejhorší) – 5 (nejlepší) by se hodnotila známkou 2.

Řidička se soustředila v první řadě na ovládání automobilu a na projížděnou komunikaci. Jízda proběhla za šera, světelné signály byli dobře viditelné. Hodnota reakcí na různé světelné signály je podobná. Řidička odmítla psát zprávu za jízdy, byla na ní patrná nervozita i z toho že bude telefonovat. Osobně by za běžné jízdy netelefonovala.

Záznam měření proběhl pomocí auto kamery. Reakce řidičky jsou stejné jak při normální jízdě, tak při telefonování pohybují se od 0,700 do 1,066 s. Nedošlo k výraznějšímu rozptylu hodnot. Na telefonický rozhovor řidička reaguje dobře, ale je patrné především soustředění na světelné signály. Aritmetický průměr, medián a rozdíly hodnot mezi telefonováním a běžnou jízdou jsou zaznamenány v tabulce 12.

Tabulka 12 – řidič č. 5

Řidič č. 5	Normální jízda	Jízda s telefonováním	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,858	0,855	- 0,003
Medián [s]	0,833	0,850	0,017

Řidič č. 6 – muž, 30 let

Řidičem č. 6 byl muž ve věku 30 let, řidičský průkaz vlastní 6 let, roční nájezd km odhaduje na 10 000 km. Řidič jezdí aktivně necelý rok, před tím moc nejezdil, jezdí převážně delší dálniční trasy, v provozu zatím sbírá zkušenosti. Jezdí aktivně, svižným tempem. Na stupnici od 1 (nejhorší) – 5 (nejlepší) by se hodnotil známkou 3-4.

Řidič se snažil si jízdu užít, jet přirozeně jako by jel běžnou jízdou, bez nervozity s měřicího zařízení, svižným tempem. Jízda proběhla za polojasně oblohy, v některých místech mohl být řidič oslněn sluncem. Řidič měl při telefonování za jízdy pocit, že má horší reakce než při běžné jízdě.

Záznam měření proběhl pomocí auto kamery. Reakce řidiče při běžné jízdě se pohybují se mezi 0,400 a 0,867 s. Reakce při oslnění sluncem je však vyšší, maximální hodnota je 1,233 s, do výpočtu středních hodnot nejsou zahrnuty. Při telefonování se reakce a

rozptyl hodnot zvyšuje. Aritmetický průměr, medián a rozdíly hodnot mezi telefonováním a běžnou jízdou jsou zaznamenány v tabulce 13.

Tabulka 13 – řidič č. 6

Řidič č. 6	Normální jízda	Jízda s telefonováním	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,633	0,874	0,241
Medián [s]	0,634	0,866	0,232

Řidič č. 7 – žena, 22 let

Řidičem č. 7 byla žena ve věku 22 let, vlastní řidičský průkaz od svých 18 let, roční nájezd km do 5 000 km. Považuje se za běžného řidiče, nemá mnoho zkušeností. Na stupnici od 1 (nejhorší) – 5 (nejlepší) by se hodnotil známkou 3.

Řidička se zpočátku soustředila především na ovládání automobilu, po získání praxe s neznámým automobilem se soustředila především na světelné signály, uvedla, že jízdní trasu tolik nevnímala. Hodnota reakcí na různé světelné signály je podobná. Řidička očekávala horší hodnoty reakční doby při telefonování, na psaní zprávy si na úzké komunikaci netroufla, na dálnici a rovnějším úseku by napsat zprávu zkusila.

Měření proběhlo pomocí zařízení Eye tracker, na naměřených hodnotách se nepodařilo rozlišit jednotlivé složky reakce, hodnoty jsou změřeny s přesností na 0,1 s. Reakce řidičky jsou stejné jak při normální jízdě, tak při telefonování pohybují se od 0,660 do 1,110 s. Telefonický rozhovor byl v tomto případě jednodušší, řidička neměla problém se soustředit na jízdu. Aritmetický průměr, medián a rozdíly hodnot mezi telefonováním a běžnou jízdou jsou zaznamenány v tabulce 14.

Tabulka 14 – řidič č. 7

Řidič č. 7	Normální jízda	Jízda s telefonováním	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,864	0,872	0,008
Medián [s]	0,883	0,850	- 0,033

Řidič č. 8 – žena, 21 let

Řidičem č. 8 byla žena ve věku 21 let, vlastní řidičský průkaz 3 měsíce. S automobilem se sžíla dobře, snaží se nabírat řidičské zkušenosti. Zatím ale není příliš zkušeným řidičem, na stupnici od 1 (nejhorší) – 5 (nejlepší) by se hodnotila známkou 2.

Řidičku jízda bavila, snažila se jízdu užít, soustředila se především na projížděnou komunikaci a provoz. Jízda proběhla za polojasné oblohy při dobré viditelnosti, při několika reakcích na konci běžné jízdy došlo k oslnění řidičky sluncem. Při telefonování měla řidička dobrý pocit, nebyla schopná popsat, zda měla horší reakční dobu než při běžné jízdě. Napsat zprávu řidička odmítla.

Záznam měření proběhl pomocí auto kamery. Na konci běžné jízdy jela řidička pod přímým sluncem, které ji oslnilo a reakční doba se značně prodloužila až na 2,000 s, tyto reakce byly z výpočtu středních hodnot odstraněny. Reakce řidičky při běžné jízdě, po odstranění dlouhých reakčních dob zaviněných oslněním, neměly velký rozptyl, pohybovali se v rozmezí od 0,633 do 0,834 s. Při telefonování se rozptyl reakčních dob značně zvýšil a bylo patrné ovlivnění pozornosti během hovoru. Aritmetický průměr, medián a rozdíly hodnot mezi telefonováním a běžnou jízdou jsou zaznamenány v tabulce 15.

Tabulka 15 – řidič č. 8

Řidič č. 8	Normální jízda	Jízda s telefonováním	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,752	1,036	0,284
Medián [s]	0,700	0,867	0,167

Řidič č. 9 – muž, 63 let

Řidičem č. 9 byl muž ve věku 63 let, vlastní řidičský průkaz od svých 18 let, roční nájezd má asi 15 000 km. Zkušený řidič, řídí denně, obezřetný, klidný, předvídavý. Na stupnici od 1 (nejhorší) – 5 (nejlepší) by se hodnotil známkou 4.

Řidič se snažil soustředit rovnoměrně na jízdu a včas reagovat na světelné signály, předem však přiznal únavu, a že se na jízdu příliš necítil. Jízda proběhla za polojasné oblohy při dobré viditelnosti, při několika reakcích na konci běžné jízdy a na začátku jízdy s telefonováním došlo k oslnění řidiče sluncem. Po jízdě měl řidič pocit, že reagoval později než normálně, při telefonování měl pocit, že reakční doba byla ještě horší. Při běžném řízení nerad telefonuje, méně se soustředí na jízdu i telefonát. Psaní zprávy řidič odmítl.

Záznam měření proběhl pomocí auto kamery. Na konci běžné jízdy a na začátku telefonování byl řidič oslněn sluncem, reakční doba při oslnění byla 1,100 – 1,467 s. Pro porovnání středních hodnot reakčních dob při běžném řízení a telefonování byly tyto hodnoty odstraněny. Reakce řidiče při běžné jízdě byli horší než u ostatních zkušených řidičů, důvodem byla pravděpodobně únava řidiče. Při telefonování se značně zvýšil rozptyl reakčních dob a došlo i k velmi opožděným reakcím. Aritmetický průměr, medián a rozdíly hodnot mezi telefonováním a běžnou jízdou jsou zaznamenány v tabulce 16.

Tabulka 16 – řidič č. 9

Řidič č. 9	Normální jízda	Jízda s telefonováním	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,850	1,020	0,170
Medián [s]	0,883	1,000	0,117

Řidič č. 10 - muž, 28 let

Řidičem č. 10 byl muž ve věku 28 let, vlastní řidičský průkaz od svých 18 let, roční nájezd má asi 15 000 km. Zkušený řidič, řídí denně, jezdí klidně, pasivně, snaží se předvídat. Na stupnici od 1 (nejhorší) – 5 (nejlepší) by se hodnotil známkou 4.

Řidič jel svou jízdu pomalu a obezřetně. Pro jízdu byli ideální podmínky, zataženo, bez rizika oslnění sluncem. Od telefonování řidič očekával velké prodloužení reakční doby. Běžně řidič telefonuje v automobilu s handsfree i bez handsfree, připadá mu, že telefonování ovlivňuje pozornost v obou případech stejně. Do psaní zprávy se řidič pouštět nechtěl.

Záznam měření proběhl pomocí auto kamery. Při běžné jízdě se reakční doba řidiče po celou dobu pohybovala okolo hodnot 0,600 s. Při jízdě s telefonováním hodnoty rovnoměrně narostly. Rozptyl hodnot byl však v obou jízdách velmi malý, vymykala se pouze jedna hodnota v situaci, kdy se řidič při telefonickém rozhovoru začal smát. Aritmetický průměr, medián a rozdíly hodnot mezi telefonováním a běžnou jízdou jsou zaznamenány v tabulce 17.

Tabulka 17 – řidič č. 10

Řidič č. 10	Normální jízda	Jízda s telefonováním	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,595	0,743	0,148
Medián [s]	0,600	0,700	0,100

7.2 CELKOVÉ VÝSLEDKY

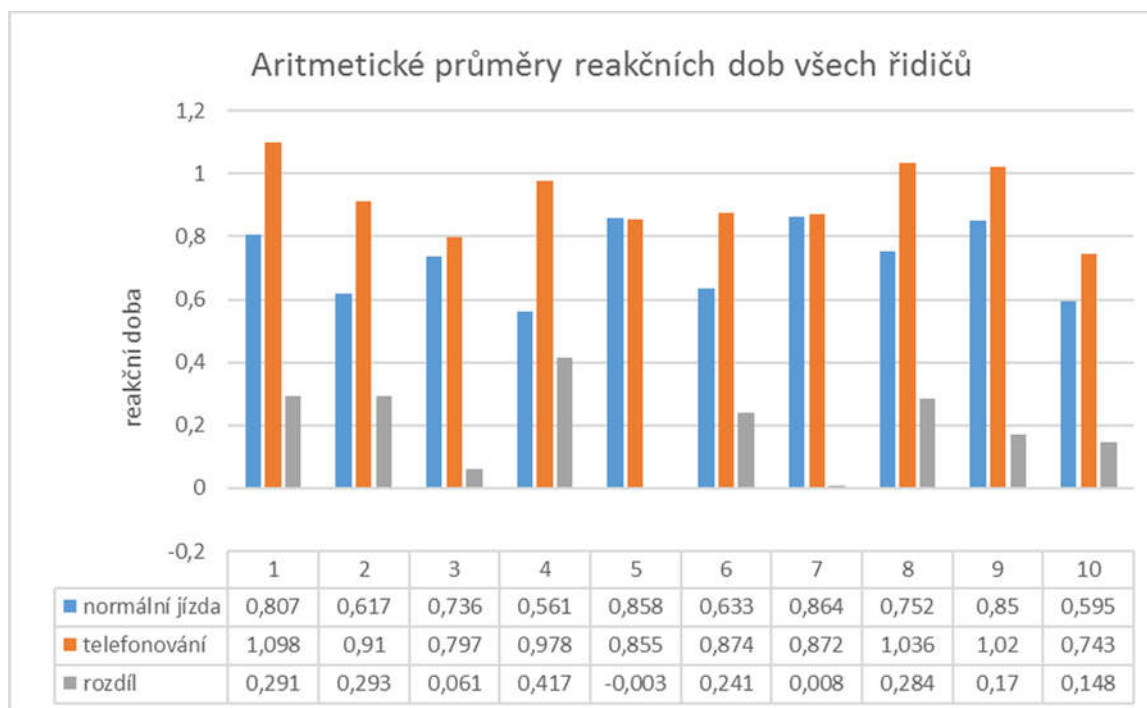
V následující podkapitole je popsán celkový souhrn výsledků, porovnání mužů a žen, porovnání dle řidičských zkušeností a další skutečnosti a jejich možné využití ve znalecké činnosti v oboru doprava.

Celkově bylo v rámci měření na zkušebním polygonu naměřeno okolo 5 hodin záznamu, ze všech záznamů bylo vyhodnoceno přesně 292 reakčních dob, z toho 131 při běžné jízdě, 156 při jízdě s telefonováním přes handsfree a 5 při jízdě s psaním zprávy.

V případě souhrnu všech výsledků se aritmetický průměr hodnot a medián příliš neliší, proto jsou v celkových výsledcích použity převážně hodnoty aritmetického průměru.

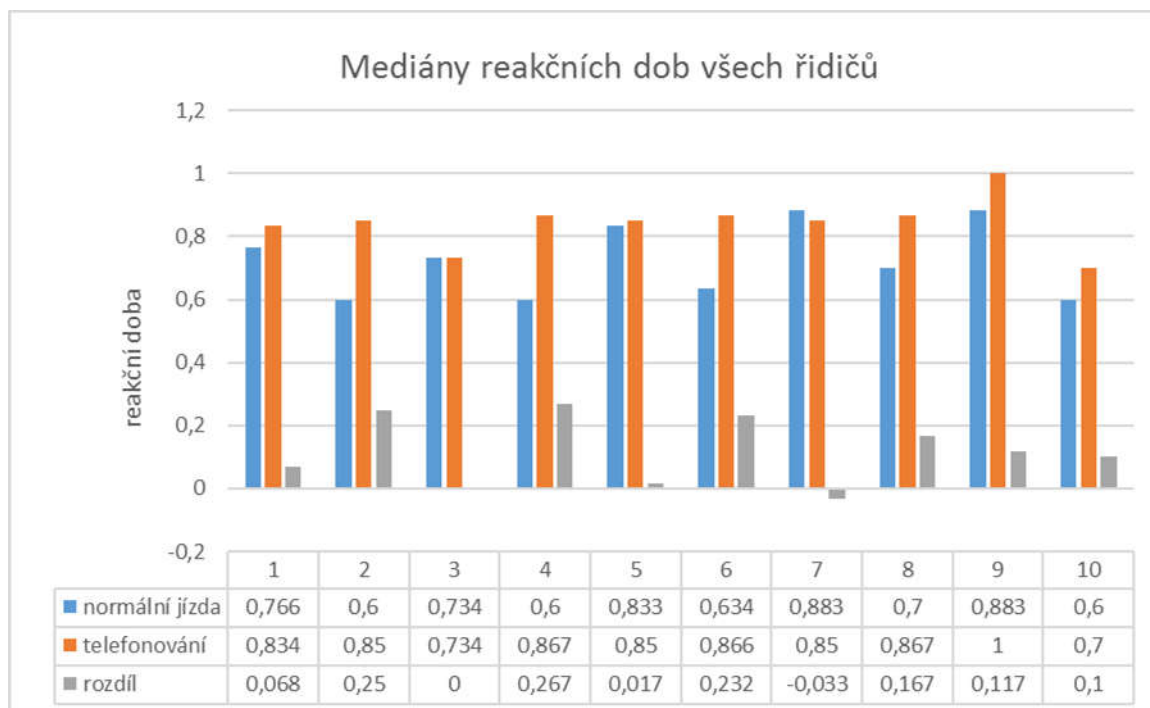
Celkové srovnání výsledků

Na následujícím grafu (obrázek 29) jsou zpracovány aritmetické průměry reakcí jednotlivých řidičů, porovnání hodnot při normální jízdě a při jízdě s telefonováním přes handsfree a velikost rozdílu reakčních dob.



Obrázek 29 – Grafické porovnání aritmetických průměrů reakčních dob řidičů

Dále jsou zpracovány mediány reakcí jednotlivých řidičů (obrázek 30), porovnání hodnot při normální jízdě a při jízdě s telefonováním přes handsfree a velikost rozdílu reakčních dob.



Obrázek 30 – Grafické porovnání mediánů reakčních dob řidičů

U všech řidičů vyjma řidičky č. 5 a 7 a řidiče č. 3 jsou reakční hodnoty při telefonování vyšší než reakční hodnoty při běžné jízdě. U řidičky č. 5 to mohlo být dáno nervozitou při řízení a vyšší snahou věnovat se řízení a prováděné zkoušce než telefonátu. U Řidičky č. 7 nižší kvalitou telefonátu a pokládaných otázek a horší možností závěrečného vyhodnocení. Malý rozdíl hodnot u řidiče č. 3 byl patrně ovlivněn komunikací se spolujezdcem již při běžné jízdě.

Celkový aritmetický průměr všech řidičů při normální jízdě bez telefonování byl 0,727 s. Při jízdě s telefonováním byla průměrná reakční doba 0,9183 s. Celkový rozdíl reakčních dob měl hodnotu 0,191 s. Celkový medián všech řidičů při normální jízdě bez telefonování byl 0,723 s. Při jízdě s telefonováním byla průměrná reakční doba 0,842 s. Celkový rozdíl reakčních dob měl hodnotu 0,119 s. Celkové průměrné reakční doby jsou shrnuty v tabulce 18.

Tabulka 18 – Celkové reakční doby a rozdíl

	Normální jízda	Telefonování	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,727	0,918	0,191
Medián [s]	0,723	0,842	0,119

Při vyřazení reakčních dob řidiček č. 5 a 7 a řidiče č. 3 byl celkový aritmetický průměr řidičů při normální jízdě bez telefonování 0,688 s. Při jízdě s telefonováním byla průměrná reakční doba 0,951 s. Celkový rozdíl reakčních dob měl hodnotu 0,263 s. Celkový medián řidičů při normální jízdě bez telefonování byl 0,683 s. Při jízdě s telefonováním byla průměrná reakční doba 0,855 s. Celkový rozdíl reakčních dob měl hodnotu 0,172 s. Celkové průměrné reakční doby zúžené skupiny řidičů jsou shrnuty v tabulce 19.

Tabulka 19 – Celkové reakční doby a rozdíl bez řidičů 3, 5 a 7

	Normální jízda	Telefonování	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,688	0,951	0,263
Medián [s]	0,683	0,855	0,172

Z hlediska přesnosti výpočtů je významnější rozdíl celkové reakční doby při vyřazení řidičů 3, 5 a 7. Výzkum prokázal, že se reakční doba během telefonického hovoru vždy zvýší, na to je potřeba brát ohled i ve znalecké činnosti oboru doprava, při výpočtech nehod automobilů a další výzkumné činnosti.

Porovnání žen a mužů

Další významnou vyhodnocovanou statistikou je porovnání reakčních dob žen a mužů, testu se zúčastnily 4 ženy a 6 mužů. Zajímavým zjištěním je, že u žen se hodnoty reakčních dob pohybovali pořád ve stejném intervalu, avšak při několika měřeních nezareagovali vůbec nebo s velkým zpožděním. U mužů se ve většině případů všechny hodnoty reakčních dob při telefonování rovnoměrně zvýšily a nedocházelo k větším odchylkám. Toto zjištění je patrné z tabulky č. 25.

Celkový aritmetický průměr všech řidiček při normální jízdě bez telefonování byl 0,820 s. Při jízdě s telefonováním byla průměrná reakční doba 0,965 s. Celkový rozdíl reakčních dob měl hodnotu 0,145 s. Celkový aritmetický průměr všech řidičů při normální jízdě bez telefonování byl 0,665 s. Při jízdě s telefonováním byla průměrná reakční doba 0,887 s. Celkový rozdíl reakčních dob měl hodnotu 0,222 s.

Celkový medián všech řidiček při normální jízdě bez telefonování byl 0,796 s. Při jízdě s telefonováním byla průměrná reakční doba 0,850 s. Celkový rozdíl reakčních dob měl hodnotu 0,055 s. Celkový medián všech řidičů při normální jízdě bez telefonování byl 0,675

s. Při jízdě s telefonováním byla průměrná reakční doba 0,836 s. Celkový rozdíl reakčních dob měl hodnotu 0,161 s.

Celkové průměrné reakční doby jsou shrnuty v tabulce 20.

Tabulka 20 – Rozdíly v reakčních dobách mužů a žen

	Pohlaví	Normální jízda	Telefonování	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	ženy	0,820	0,965	0,145
	muži	0,665	0,887	0,222
	rozdíl	0,155	0,078	- 0,077
Medián [s]	ženy	0,796	0,850	0,055
	muži	0,675	0,836	0,161
	rozdíl	0,121	0,014	- 0,106

Výzkumem bylo zjištěno, že ženy měly při běžné jízdě až o 0,15 s vyšší reakční dobu, tato zjištění je třeba zohlednit i při výzkumech a výpočtech ve znalecké činnosti v oboru doprava. Zkoumané ženy však nebyli příliš zkušenými řidičkami, proto je třeba zohlednit i tuto okolnost. Zajímavým zjištěním bylo, že při telefonování se u žen tolik neprodloužila reakční doba jako u mužů. Pozoruhodné je především hodnota rozdílu mediánu mezi reakční dobou žen při běžné jízdě a při telefonování. Z tohoto zjištění vyplývají i hodnoty rozdílu mezi běžnou jízdou a telefonováním u žen a mužů u mužů byli hodnoty reakčních dob při telefonování o 0,1 s. Pro přesnější rozlišení rozdílů mezi muži a ženami by bylo třeba provést měření na rozsáhlejší vzorku zkušebních řidičů.

Porovnání dle řidičských zkušeností

Řidiči na závěr svých jízd absolvovali krátký dotazník, ve kterém uvedli své řidičské zkušenosti a počet najetých kilometrů za rok a další okolnosti. Dle dotazníků byli řidiči rozděleni na skupinu méně zkušených a zkušenějších řidičů. Skupina méně zkušených řidičů zahrnovala všechny ženy jednoho muže, konkrétně řidiče č. 3, který však během běžné jízdy hovořil se spolujezdcem v automobilu a jeho hodnoty reakční doby byly zkresleny. Vyřazením řidiče č. 3 by však porovnávání odpovídalo předchozímu porovnání mezi muži a ženami. Z toho důvodu nebylo toto porovnání prováděno. Ve znalecké praxi však zkušenosti řidiče a vliv zkušeností na reakční dobu význam má.

Další zjištění

Při měření reakčních dob bylo zaznamenáno několik nestandardních skutečností, které jsou však ve svém důsledku pro znaleckou činnost také přínosné.

Při měření několika osob došlo k **oslnění sluncem** (tabulka 21), tyto hodnoty měření byly z celkového souhrnu vyjmuty, samostatně však tvoří zajímavý vzorek dat pro porovnání v rámci běžné jízdy. Hodnoty reakčních dob, kdy došlo k oslnění, byly všechny zaznamenány do jednotné tabulky, vypočten jejich aritmetický průměr a medián. Nakonec byly porovnány s celkovými hodnotami běžných reakčních dob, bez řidičů č. 3, 5 a 7. Při výpočtu aritmetickým průměrem byla hodnota při oslnění sluncem 1,151 s a byla o 0,463 s vyšší než při běžné jízdě. Při výpočtu pomocí mediánu byla hodnota při oslnění sluncem 1,100 s a byla o 0,417 s vyšší než při běžné jízdě.

Tabulka 21 – Reakční doby při oslnění sluncem

	Normální jízda	Oslnění sluncem	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,688	1,151	0,463
Medián [s]	0,683	1,100	0,417

Z pohledu znalecké činnosti v oboru doprava jsou výsledky reakčních dob při oslnění sluncem přínosem zejména ve výpočtech nehod automobilů za slunného dne. K možnosti oslnění je třeba u těchto nehod přihlížet. Měření prokázala, že oproti normální jízdě má řidič až o 0,5 s vyšší reakční dobu.

Dalším problémem, na který poukázal sám řidič č. 9 je **únava** (tabulka 22). Hodnoty tohoto zkušeného řidiče jsou ve většině případů vyšší než hodnoty ostatních řidičů. V tomto případě však může hrát roli i **věk řidiče**, porovnávání tohoto řidiče s ostatními, o více jak 30 let mladšími řidiči, je sporné. Na reakční dobu však zcela jistě věk i únava má vliv. Do porovnání s řidičem č. 9 byly zahrnuty reakční doby při normální jízdě všech řidičů, bez řidičů č. 3, 5 a 7. Při výpočtu aritmetickým průměrem byla hodnota reakce řidiče 0,850 s a byla o 0,162 s vyšší než při běžné jízdě ostatních řidičů. Při výpočtu pomocí mediánu byla hodnota reakce řidiče 0,883 s a byla o 0,200 s vyšší než při běžné jízdě.

Tabulka 22 – Reakční doba unaveného řidiče

	Normální jízda	Únava + věk	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,688	0,850	0,162
Medián [s]	0,683	0,883	0,200

Z porovnání reakční doby řidiče č. 9 a celkové reakční doby ostatních řidičů je patrné prodloužení reakční doby až o 0,2 s. Je otázkou zda za tuto delší reakční dobu mohla únava či věk řidiče, nebo zda je to standartní reakční doba tohoto řidiče. Pro znaleckou činnost v oboru doprava by bylo vhodné provedení dalších měření, která by našla využití v dalších výzkumech a především ve výpočtech dopravních nehod.

Jedním z měření, důležitých v této práci bylo především změření reakční doby řidičů při používání mobilního telefonu, konkrétně při **psaní zprávy** (tabulka 23). Toto měření bylo navrženo všem řidičům, vzhledem k členitosti trasy však většina řidičů změření reakční doby při psaní zprávy odmítla, zprávu zkusil napsat pouze řidič č. 2. Z naměřených reakčních dob byl vypočítán aritmetický průměr a medián a porovnány s reakční dobou řidiče při běžné jízdě. Při výpočtu aritmetickým průměrem byla hodnota reakce řidiče 1,147 s a byla o 0,530 s vyšší než při běžné jízdě ostatních řidičů. Při výpočtu pomocí mediánu byla hodnota reakce řidiče 0,900 s a byla o 0,300 s vyšší než při běžné jízdě.

Tabulka 23 – Reakční doba při psaní zprávy

	Normální jízda	Psaní zprávy	Rozdíl
Aritmetický průměr [s]	0,617	1,147	0,530
Medián [s]	0,600	0,900	0,300

Měření reakční doby při psaní zprávy ovlivnila zejména zvolená trasa, řidič se nemohl příliš soustředit na psaní ale na jízdu, výsledné reakční doby jsou velmi rozdílné, v závislosti na okamžiku spuštění světelného signálu, proto se také velmi liší hodnota mediánu a aritmetického průměru. Několik řidičů uvedlo, že by zkusilo zprávu napsat na rovném úseku silnic vyšších tříd a dálnic, v tom případě by byla délka reakce velmi závislá na délce pohledu řidiče na mobilní telefon. Z hlediska výzkumů znalecké činnosti v oboru doprava by se jednalo o významná měření. Měření by však musela probíhat s ohledem na bezpečnost a zákonné požadavky na používání technických zařízení za jízdy na uzavřeném polygonu, případně ve spolupráci s policií. V případě tohoto měření je možné konstatovat, že se reakční doba při psaní zprávy zvýší o 0,5 s.

8 NÁVRH OPATŘENÍ A VYUŽITÍ VÝSLEDKŮ

V následující kapitole jsou shrnuty návrhy opatření a doporučení vyplývající z výsledků měření a rešeršní části diplomové práce.

Experimentálním měřením bylo zjištěno, že u řidičů dochází při telefonování během řízení vozidla přes sadu handsfree k prodloužení reakční doby až o 0,3 s. Tato zjištění korespondují s dosavadními výzkumy, je proto nutné navrhnout možná řešení a doporučení pro zvýšení bezpečnosti provozu vozidel.

Prvním problémem z hlediska používání technických zařízení řidičem za jízdy jsou samotné zákonné požadavky, které definují pouze jako přestupek řidiče držení hovorového, nebo jiného záznamového zařízení v ruce řidiče a za to následující postihy. Z pohledu zákona by bylo možné pro zlepšení bezpečnosti provozu se vydat cestou sousedního Rakouska, případně i Francie, a zpřísnit podmínky používání handsfree za jízdy v automobilu. Rakouský zákon zakazuje používání neoriginálních sad handsfree v automobilu, použití handsfree povoluje pouze v případě čekání či stání vozidla v koloně nebo na červené. Jakékoliv používání telefonu během jízdy je zakázáno. Výzkum prokázal, že by z pohledu bezpečnosti bylo vhodné provést podobná opatření i v České republice.

Stejně jako změny v zákonných požadavcích by byla vhodná změna metodiky záznamu statistik nehodovosti. Ze statistik v současné době nelze vyčíst konkrétní problém a důvody nehod, veškeré statistiky zabývající se používáním technických zařízení za jízdy jsou zahrnuty do kategorie „řidič se plně nevěnoval řízení vozidla“. Bylo by vhodné, aby do budoucna došlo k dalšímu dělení statistik nehod, abychom dokázali rozlišit kolik nehod je způsobených laděním rádia případně telefonováním za jízdy, otázkou však zůstává, zdali je toto možné jako příčinu objektivně zhodnotit.

U zkoumaného vzorku řidičů bylo patrné, že si uvědomují, že telefonování za jízdy ovlivňuje jejich pozornost a prodlužuje jejich reakční dobu. V běžném provozu se však stále setkáváme s řadou lidí, kteří během řízení telefonují. Výsledky této práce by mohli být přínosné pro rozšíření povědomí lidí o tomto problému a doporučení, aby se telefonování během řízení vyvarovali. Bylo by vhodné problém telefonování více medializovat a dát lidem jasný signál, že telefonování za jízdy, ať už s mobilním telefonem v rukou nebo přes sadu handsfree, ovlivňuje prodloužením reakční doby bezpečnost silničního provozu a ohrožuje nejen řidiče samotného, ale i jeho okolí.

Tato diplomová práce může sloužit také jako doporučení ve znalecké činnosti v oboru doprava v oblasti měření reakčních dob. Měření v běžném provozu bez telefonování potvrdila opodstatněnost ve znalecké praxi používaných hodnot reakčních dob. Měření prokázala, že při telefonování za jízdy automobilem přes handsfree, bez držení telefonního přístroje v ruce dojde k prodloužení reakční doby o 0,2 až 0,3 s. Prodloužení reakční doby je srovnatelné s prodloužením reakční doby při telefonování s mobilním telefonem v ruce, které, jak ukázaly dosavadní výzkumy, může zvýšit reakční dobu až o 0,4 s. Těchto poznatků je možné využít při výpočtech dopravních nehod a dalších výzkumech. Stejně tak je možné využít vyhodnocení měření řidiče při psaní zprávy, rozdíl mezi ženami a muži a ve zkušenostech řidičů, případně vliv únavy a věku. Přínosem je také vypočtení délky prodloužení reakční doby při oslnění řidiče.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala analýzou vlivu používání technických zařízení za jízdy řidičem vozidla. Hlavním motivací pro započetí prací na diplomové práci bylo ověření vlastních předpokladů o prodloužení reakční doby při používání telefonu během jízdy a to především ovlivnění řidiče během telefonování s handsfree. Součástí prací byla rešerše stávajících výzkumů na téma reakčních dob, zejména výzkumů při telefonování.

Na úvod práce bylo nutné rozebrat zákonné požadavky na použití technických zařízení. Výsledkem rozboru bylo zjištění, že řidič se dopouští přestupku v případě, kdy drží záznamové nebo jiné hovorové zařízení v rukou.

V další kapitole byly prověřeny statistiky nehodovosti související s používáním technických zařízení za jízdy. Bylo zjištěno, že používání technických zařízení za jízdy patří do kategorie nehod, kdy se řidič plně nevěnoval řízení vozidla. Tyto nehody patří k nejčastějším a také nejtragičtějším. Za rok 2015 došlo v České republice z této příčiny k patnácti tisícům nehod a k 87 úmrtím.

V dalších kapitolách rešeršní části je proveden rozbor technických zařízení používaných běžně řidiči vozidel a problematika reakční doby, jako je způsoby měření, druhy reakčních dob, vlivy na reakční dobu.

Na závěr rešeršní části je proveden přehled výzkumů provedených na téma reakčních dob a především porovnání s reakčními dobami při běžné jízdě a při telefonování.

V experimentální části práce jsou provedeny vlastní měření reakčních dob s vyhodnocením. Provedenými zkouškami bylo zjištěno, že reakční doba řidičů při telefonování se oproti běžné reakční době zvyšuje o 0,2 až 0,3 s. Hodnoty reakčních dob při telefonování mají větší rozptyl než bez telefonování, minimální hodnoty zůstávají podobné, rozdíl je však v maximech, při několika měřeních byla zaznamenána reakční hodnota v řádu sekund, to je patrně způsobeno vtažením řidiče do hovoru. V následném souhrnu byly také porovnány výsledky žen a mužů, v tomto případě to byli současně výsledky zkušenějších řidičů, kterými byli muži a začátečníků, případně méně zkušených řidičů, do této kategorie spadali všechny zkoušené ženy. Ukázalo se, že při běžné jízdě mají ženy až o 0,15 s vyšší reakční dobu než muži, při telefonování měli ženy stále větší reakční dobu, rozdíl však byl nižší (0,07 s). V jednom měření proběhl také pokus se změřením reakčních dob při psaní

zprávy, zkoumaný řidič měl o 0,53 s vyšší reakční dobu, ostatní řidiči si na psaní zprávy netroufli z důvodu členité a úzké cesty.

Provedená měření potvrzují předchozí domněnky a výzkumy, bylo by však vhodné se problematikou dále zabývat a provést další měření. Testovaný vzorek řidičů neumožnil podrobnější rozdělení dle zkušeností a věku a případné další odchylky. Bylo by vhodné využít také možnosti Eye trackeru, pomocí kterého by se podařilo rozlišit jednotlivé části reakční doby, jako je optická reakce, psychická reakce a svalová reakce. Při měřeních na diplomovou práci byl Eye tracker také použit, nebylo s ním však možné z důvodu nižší snímkovací frekvence a horšího nastavení dosáhnout dostatečně přesných měření.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY

- [1] Úplné znění zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu). Vydání: šestnácté. Praha: ARMEX Publishing s.r.o., 2016. Edice kapesních zákonů. ISBN 978-80-87451-41-0.
- [2] SEMELA, M. *Analýza silničních nehod I. Vyd. I.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012, 83 s. ISBN 978-80-214-4559-8.
- [3] BRADÁČ, A.: *Soudní inženýrství*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 1999. ISBN 80-7204-057-X
- [4] SEDLÁK, R. *Zrakové vnímání*. In Sborník anotací a CD s plným zněním příspěvků. Brno: 2010. s. 1-10. ISBN: 978-80-214-4090-6.
- [5] SEDLÁK, R. *Komplexní analýza obvyklé doby pozorování jedoucího vozidla a okolních podmínek pro vyhodnocení dopravní situace - dizertační práce*
- [6] ČERNOCHOVÁ, D.: *Vizuální orientace v dopravě a psychická zátěž řidiče*, Sborník příspěvků z mezinárodní odborné konference „Prevence dopravní nehodovosti v resortu Ministerstva obrany“, VELITELSTVÍ VÝCVIKU – VOJENSKÁ AKADEMIE VE VYŠKOVĚ, Vyškov 2009.
- [7] HAMERNÍKOVÁ, Veronika. *Základy dopravní psychologie nejen pro profesionální řidiče*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 978-80-7013-517-4.
- [8] SEDLÁK, Jiří. *Pracovní únava*. Praha: Československá akademie věd, 1986, 46 s
- [9] Telefonování za jízdy je nebezpečné. *Ibesip.cz* [online]. 2015 [Cit. 2015-02-15]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-rizeni-vozidla/telefonovani-za-jizdy-je-nebezpecne>
- [10] STAŃCZYK, T. L., JURECKI, R.: *Czasy reakcji kierowców w stanach zagrożenia wypadkowego*, Materiály III. konference „Rozwój techniki samochodowej a ubezpieczenia komunikacyjne“, vyd. Wyższa Szkoła Biznesu im. bp. Jana Chrapka w Radomiu, Radom 2006, str. 321-348
- [11] BURG, H., RAU, H. a kol.: *Handbuch der Unfallrekonstruktion*. (Příručka pro rekonstrukce dopravních nehod). nakladatelství Information Ambs, Berlin, 1981

- [12] STAŃCZYK, T. L., JURECKI, R.: Dokładność oszacowania czasów reakcji kierowców w rekonstrukci wypadków drogowych, conference EVU, 2007
- [13] JANTE, A.: *Mechanika ruchu samochodu*. Polský překlad německého originálu, Wydawnictwa komunikacyjne, Warszawa, 1959
- [14] kol. autorů: *Wypadki drogowe- Vademekum biegłego sądowego*. Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych, Krakow 2006
- [15] Sborník prací: *Reaktionszeit von Kraftfahrern*, Institut für Lichttechnik der Technischer Universität, Berlin 1979 (cit. z Vademekum)
- [16] ZOMOTOR, A.: Testmethoden zur Untersuchung der Fahreigenschaften im In stationären Betrieb, ATZ, 1974
- [17] BURCKHARDT, M.: Neue Wissenschaftliche Erkenntnisse Bezüglich der Reaktionsdauer von Kraftfahrern-Konsequenzen für Gutachtenerstellung, Verkehrsrechtsprechung und Verkehrssichertsarbeit. In: Sborník znalecké konference AFO-GUFU, Kolín nad Rýnem, 1982
- [18] HORVÁTH J.: *Experiment s reakčními časy*, In: Střelecká revue 9/2006
- [19] PTÁČEK, P.: Možnosti využití řidičských trenažérů ke znaleckému zkoumání chování řidičů pro účely analýzy silničních nehod. Disertační práce VUT- USI Brno, 2001
- [20] KAPLÁNEK, A.: *Analýza reakcí řidičů na složené podněty*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2010. 90 s. Vedoucí disertační práce Prof. Ing. Zdeněk Kolíbal, CSc.
- [21] RAYNER, Keith. *Eye Movements in Reading and Infomration Porcessing: 20 Years of Research*. Psychological Bulletin. , roč. 1998, čís. 124, s. 372–422. (anglicky)
- [22] Pupil. *Pupil-labs.com* [online]. 2015 [Cit. 2016-04-05]. Dostupné z: <http://pupil-labs.com/pupil/>
- [23] Medián. *Matematika.cz* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-05]. Dostupné z: <http://www.matematika.cz/median>
- [24] Dopravní přestupky. *Dopravni-pravo.cz* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.dopravni-pravo.cz/dopravni-prestupky>

- [25] Statistika nehodovosti. *Policie.cz* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx>
- [26] Statistiky nehodovosti. *Autoklub.cz* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.autoklub.cz/text/72-statistiky-nehodovosti.html>
- [27] Dopravní nehody z pohledu strategických a dílčích cílů NSBSP 2011-2020 - průběžná analýza. *Ibesip.cz* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/statistiky/statistiky-nehodovosti-v-ceske-republice/dopravni-nehody-z-pohledu-cilu-nsbsp-2011-2020-dopravni-nehody-z-pohledu-strategickych-a-dilcich-cilu-nsbsp-2011-2020-prubezna-analyza>
- [28] Statistika nehod v mapě. *Jdvm.cz* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.jdvm.cz/cz/s477/Rozcestnik/Statistika-nehod-v-mape/c7351-Statisticke-zobrazeni-nehodovosti-v-silnicnim-provozu-na-vybrane-trase>
- [29] Autokamery a legislativa. *Auto-kamera.cz* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.auto-kamera.cz/pravni-dalsi-souvislosti/autokamery-a-legislativa>
- [30] Reakční doba řidiče. *Nehoda.eu* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.nehoda.eu/archiv/167>
- [31] ŠUCHA, Matúš. *Dopravní psychologie pro praxi: výběr, výcvik a rehabilitace řidičů*. Praha: Grada, 2013. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-4113-0.
- [32] SHINAR, S. *Traffic safety and human behavior*, Elsevier, Amsterdam. 2007
- [33] VLK, František. *Dynamika motorových vozidel*. 2. vyd. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 80-239-0024-2.
- [34] BUCSUHÁZY, K. *Analýza reakční doby dětí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2015. 91s. Vedoucí diplomové práce Ing. Vladimír Panáček, Ph.D
- [35] MEYER, S.: *Reaktionsverhalten älterer Autofahrer*, UREKO Spiegel 8/2007, Minster 2007
- [36] HUGEMANN W.: Driver reaction times in road traffic, Lecture Notes in Vehicle Accident Reconstruction, EVU 2002, Portorož
- [37] *Mapy.cz* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-06]. Dostupné z: www.mapy.cz

- [38] *Auto.cz* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-06]. Dostupné z: www.auto.cz
- [39] SEMELA, Marek. *Analýza silničních nehod I*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012. ISBN 978-80-214-4548-2.
- [40] SEDLÁK, R.: *Komplexní analýza obvyklé doby pozorování jedoucího vozidla a okolních podmínek pro vyhodnocení dopravní situace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2013. 72 s
- [41] Srovnávací test navigací [autembezpecne.cz](http://www.autembezpecne.cz) [online]. 2016 [Cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.autembezpecne.cz/cz/s40/Testy/c1475-Testy-doplňku/n2772-Srovnavaci-test-navigaci-a-chytrych-telefonu-Ktery-pristroj-navede-nejlepe-do>
- [42] Reakční doba řidiče. *Autolexicon.net* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/reakcni-doba-ridice/>
- [43] Bezpečnost silničního provozu *Europa.eu* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-10]. Dostupné z: http://europa.eu/youreurope/citizens/travel/safety/road-safety/index_cs.htm
- [44] Autem do Francie a po Francii *France.fr* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://ee.france.fr/cs/information/autem-do-francie-po-francii>
- [45] Zákaz telefonování v Rakousku *Uamk.cz* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.uamk.cz/aktuality/1376-zakaz-telefonovani-v-rakousku>
- [46] USA: zákaz telefonování za jízdy nehodovost nesnížil *Auto.cz* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/telefonovani-63793>
- [47] About the Institutes *Iihs.org* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.iihs.org/iihs/about-us>
- [48] About Euro NCAP *Euroncap.com* [online]. 2016 [Cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.euroncap.com/en/about-euro-ncap/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Grafické znázornění počtu a příčin vzniku nehod od roku 2010 do roku 2015...	16
Obrázek 2 – Grafické znázornění počtu usmrčených osob při nehodách od roku 2010 do roku 2015	17
Obrázek 3 – Grafické znázornění hlavních příčin nehod řidičů motorových vozidel v roce 2015	18
Obrázek 4 – Grafické znázornění nejčastějších příčin nehod řidičů motorových vozidel za rok 2015	18
Obrázek 5 – Grafické znázornění počtu usmrčených osob z hlediska příčin dopravní nehody v roce 2015	19
Obrázek 6 – Mobilní telefony.....	21
Obrázek 7 – Hands-free sada.....	22
Obrázek 8 – Navigační přístroje [41]	23
Obrázek 9 – Auto kamera.....	25
Obrázek 10 - Antiradar	28
Obrázek 11 - Infotainment vozidla.....	29
Obrázek 12 – Průběh brzdění vozidla do zastavení s vyznačením vlivu reakční doby řidiče [33]	33
Obrázek 13 – Test reakční doby	37
Obrázek 14 – Simulátor na měření reakčních dob	38
Obrázek 15 – Průběh měření na simulátoru reakčních dob.....	39
Obrázek 16 - Inscenace nehodového děje při jízdě zkoušce [35]	40
Obrázek 17 – Ukázka praktické inscenace nehodového děje při jízdě zkoušce [35].....	40
Obrázek 18 – Měření za pomoci vpředu jedoucího vozidla a reakce na rozsvícení jeho brzdových světel [36]	40
Obrázek 19 – Zkušební polygon.....	47
Obrázek 20 – Zkušební vozidlo.....	48

Obrázek 21 - Polohy světel reakčních podnětů na zkušebním vozidle	50
Obrázek 22 – Ovladač k zapínání reakčních podnětů	50
Obrázek 23 – Umístění světel reakčních podnětů a kontrolky sešlápnutí brzdového pedálu z pohledu řidiče	51
Obrázek 24 – Eye tracker PUPIL LABS	53
Obrázek 25 – Měření s Eye trackerem a notebookem se záznamovým softwarem Pupil Capture	54
Obrázek 26 – Použitá kamera s reakčními podněty a kontrolkou sešlápnutí brzdového pedálu	55
Obrázek 27 – Použité bluetooth handsfree Jabra DRIVE	56
Obrázek 28 – VirtualDub – rozbor videa po snímku.....	58
Obrázek 29 – Grafické porovnání aritmetických průměrů reakčních dob řidičů.....	69
Obrázek 30 – Grafické porovnání mediánů reakčních dob řidičů.....	70

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Přehled jednání spočívajících v porušení vybraných povinností stanovených předpisy o provozu na pozemních komunikacích a počet bodů za tato jednání	11
Tabulka 2 – Hlavní příčiny nehod řidičů motorových vozidel v roce 2015.....	17
Tabulka 3 – Rozdělení časových úseků reakce a odezvy vozidla a hranice úseků	31
Tabulka 4 – Nejběžnější hodnoty složek reakční doby	32
Tabulka 5 – Parametry zkušebního vozidla.....	48
Tabulka 6 – Parametry kamer Eye trackeru	52
Tabulka 7 – Ukázka záznamu o jízdě řidiče a výpočet reakcí v Excelu	59
Tabulka 8 – řidič č. 1	62
Tabulka 9 – řidič č. 2	63
Tabulka 10 – řidič č. 3	64
Tabulka 11 – řidič č. 4	64
Tabulka 12 – řidič č. 5	65
Tabulka 13 – řidič č. 6	66
Tabulka 14 – řidič č. 7	66
Tabulka 15 – řidič č. 8	67
Tabulka 16 – řidič č. 9	68
Tabulka 17 – řidič č. 10	68
Tabulka 18 – Celkové reakční doby a rozdíl.....	70
Tabulka 19 – Celkové reakční doby a rozdíl bez řidičů 3, 5 a 7	71
Tabulka 20 – Rozdíly v reakčních dobách mužů a žen	72
Tabulka 21 – Reakční doby při oslnění sluncem.....	73
Tabulka 22 – Reakční doba unaveného řidiče.....	74
Tabulka 23 – Reakční doba při psaní zprávy	74

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1	Záznam o jízdě řidiče č. 1
Příloha č. 2	Záznam o jízdě řidiče č. 2
Příloha č. 3	Záznam o jízdě řidiče č. 3
Příloha č. 4	Záznam o jízdě řidiče č. 4
Příloha č. 5	Záznam o jízdě řidiče č. 5
Příloha č. 6	Záznam o jízdě řidiče č. 6
Příloha č. 7	Záznam o jízdě řidiče č. 7
Příloha č. 8	Záznam o jízdě řidiče č. 8
Příloha č. 9	Záznam o jízdě řidiče č. 9
Příloha č. 10	Záznam o jízdě řidiče č. 10